

ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

FACOLTA' DI INGEGNERIA

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA GESTIONALE

TESI DI LAUREA

in
Sistemi di Produzione Avanzati

***Analisi ed Implementazione di Modelli
per la Previsione della Domanda: il
caso SCM GROUP S.P.A.***

CANDIDATO
Tomassoni Alberto

RELATORE:
Chiar.mo Prof.ssa Cristina Mora

CORRELATORE
Ing. Daniela Pazzini

Anno Accademico 2009/10

Sessione II

Indice:

INTRODUZIONE	1
 CAPITOLO 1	
“EXCURSUS” SUI MODELLI PREVISIONALI ESISTENTI	
 1.1 Storia di SCM Group	3
1.2.Introduzione allo sviluppo di un sistema di previsione della domanda.	9
1.3. Quadro delle metodologie previsionali.	14
1.3.1. Regressione lineare semplice.	20
1.3.2. Metodi basati sulle serie storiche.	22
1.4. Schema generale di implementazione di un modello previsionale.	35
1.5. Monitoraggio della previsione.	40
1.5.1. Determinazione della terna ottimale α, β, γ .	44
 CAPITOLO 2	
LO STATO “AS IS” DELLE PREVISIONI IN SCM	
 2.1.Panoramica sulla situazione attuale.	45
2.2.Analisi A B C sui prodotti	52
 CAPITOLO 3	
IL SOFTWARE PREVISIONALE ORACLE DEMANTRA DEMAND MANAGEMENT	
 3.1. Breve illustrazione	67
3.2 Risultati Ottenuti	79

CONCLUSIONI	83
PENSIERI FINALI	85
BIBLIOGRAFIA	86
SITOGRAFIA	86
RINGRAZIAMENTI	87

Introduzione

L'obiettivo della mia tesi era quello di creare un sistema previsionale per SCM Group visto che allo stato "as is" delle cose, le previsioni sono effettuate ad un livello di precisione e di complessità basso. Vista la scarsa flessibilità che purtroppo caratterizza gli stabilimenti produttivi del gruppo, diventa fondamentale riuscire a dare una previsione sempre più precisa e puntuale, con un grado di dettaglio elevato, implementando un sistema che riesca a fornire previsioni affidabili anche a livello disaggregato e non solo per linea di prodotto come invece accade ora. In più, vista l'elevata concorrenza presente oggi su scala globale e con la quale SCM è costretta a lottare, è sempre più cruciale riuscire a garantire un livello di servizio al cliente sempre maggiore. In tale contesto le previsioni sono alla base per strutturare un sistema efficiente ed efficace in grado di realizzare ciò.

Passando all'operatività, per prima cosa ho analizzato il processo previsionale attuale ed evidenziato le criticità in essere, nonché parallelamente approfondito le metodologie di previsione esistenti in letteratura. A questo punto, dopo aver creato degli aggregati di modelli per avere una significatività statistica maggiore, ho in primis effettuato delle prove con un software fornito dal politecnico di Milano e, solo in un secondo momento, abbiamo deciso di implementare un software di previsione chiamato Oracle Demantra Demand Management.

Questo software ci ha permesso di ridurre l'errore delle nostre previsioni, a qualunque livello di aggregazione ed in più ha permesso di coinvolgere a pieno

ogni attore coinvolto nel processo di *forecast*, avendo così da ognuno il maggior numero di informazioni in suo possesso. Questo strumento ha inoltre permesso di migliorare la prevedibilità di azioni speciali come fiere, promozioni, e quindi di aumentare la penetrazione e l'efficacia di tali azioni nel futuro. Infine un risultato ottenuto, connesso con il nuovo modello previsionale, è stato quello di ottenere una riduzione dello stock di prodotti finiti e materie prime, supportando le produzioni con previsioni sempre più dettagliate e precise, riducendo drasticamente il numero di macchine versate in ritardo.

Per chiudere questa breve introduzione ecco una breve panoramica dell'elaborato.

La tesi si articolerà in 3 capitoli:

Cap.1: Verranno trattati esaurientemente i modelli previsionali esistenti in letteratura.

Cap.2: Verrà presentato lo stato “as is” delle previsioni in SCM e le prove di simulazione effettuate con il software “Forecast Mip”

Cap.3: La tesi terminerà presentando il software Oracle Demantra Demand Management ed i risultati conseguiti.

CAPITOLO 1

“EXCURSUS” SUI MODELLI PREVISIONALI ESISTENTI

1.1. STORIA DI SCM GROUP S.P.A.

ANNI '50 SCM nasce nel 1952 dall'iniziativa di due operai Lanfranco Aureli e Nicola Gemmani, esperti del settore macchine agricole e getti in ghisa. La crisi del '29 fu lo stimolo per costituire una società tra Aureli e Gemmani che, nel 1935, iniziarono a produrre il primo aratro *L'invincibile*.

Questa produzione fu poi riconvertita, nel dopoguerra, nelle macchine per il legno, un settore che cresceva di pari passo con l'edilizia della ricostruzione. Il primo prodotto di successo targato SCM è proprio "*L'invincibile*", una combinata a più lavorazioni per il falegname che in breve tempo conquista il mondo. La produzione esplode e già nel 1959 l'azienda si trova ad esporre alla fiera di riferimento mondiale: la Ligna di Hannover in Germania.



ANNI '60 Con la produzione della prima squadratrice automatica, SCM entra nel segmento medio/alto dell'industria del legno. La R9, una fresatrice verticale ed innovativa, si avvia a diventare il pantografo per il legno più venduto nel mondo.



ANNI '70 Scm diventa la prima al mondo a realizzare una fresatrice a controllo numerico: Hipermach. Il gruppo apre nuove filiali in Francia, Stati Uniti e Germania. In questi anni l'azienda istituisce una scuola per le tecnologie del legno e forma giovani provenienti da 40 paesi nel mondo.



ANNI '80 Viene acquisita **Morbidelli**, azienda leader nella produzione di foratrici e a seguire **Gabbiani**, specializzata nella sezionatura, e **DMC** nella levigatura. Il gruppo si arricchisce quindi di macchinari destinati alla grande industria del mobile. Nasce all'interno del gruppo il CSR, un centro avanzato di ricerca applicata che svolge studi nel settore acustico, delle vibrazioni, della polverosità e nella fluido-dinamica.



ANNI '90 Entrano a far parte del gruppo **Idm** e **Stefani**, aziende leader nella bordatura. La gamma dei prodotti diventa così la più ampia esistente sul mercato. Tutte le società del gruppo confluiscono in **SCM Group S.P.A.** SCM, con i suoi sistemi a controllo numerico per la produzione di serramenti, conquista la leadership mondiale.

2002 Il gruppo festeggia i 50 anni con un grande evento al quale partecipano 15 mila operatori del settore. Attraverso l'acquisizione del gruppo **CMS**, SCM Group entra anche nei settori del marmo, vetro, acciaio, plastica, leghe leggere e materiali compositi.



2004 Elmag, conosciuta in tutto il mondo con i marchi Superfici e Valtorta, porta al gruppo il suo prezioso know-how sulla finitura e verniciatura dei prodotti in legno, plastica, vetro e carta.



2006 Entrano nel gruppo **Sergiani**, azienda leader nella produzione di presse e sistemi di pressatura, e due realtà di grande tradizione: **Casadei Macchine** nome noto nelle macchine per l'artigiano e **Delmac Group** specializzato in impianti di lavorazione del legno pannello e massello, in particolare per la produzione del parquet.



2009 Con i suoi centri di lavoro verticali per la foratura e l'inserimento della ferramenta, entra nel gruppo il marchio **Rem**. Nasce il sodalizio commerciale Casadei - Busellato. Il gruppo risente della crisi internazionale, reagendo prontamente con un piano industriale di rilancio e investimenti per 30 milioni di euro in tecnologie e capitale intellettuale.

Prodotti

SCM Group è un'azienda italiana, leader mondiale nella produzione di macchine e impianti per la lavorazione del legno. Da quasi 60 anni offre un'ampia gamma di macchine: da quelle standard per la falegnameria, fino ai sistemi integrati per la produzione industriale di arredi e di elementi per l'edilizia in legno. Attraverso aziende dedicate, oggi il gruppo produce anche macchinari per la lavorazione della plastica, della pietra, del vetro e dei materiali compositi.

Ecco di seguito una breve panoramica sui prodotti :

- Foratrici
- Bordatrici (fascia bassa e alta)
- Sezionatrici
- Levigatrici (fascia bassa e alta)
- Centri di lavoro a forare
- Fresatrici
- Scorniciatrici

1.2. INTRODUZIONE ALLO SVILUPPO DI UN SISTEMA DI PREVISIONE DELLA DOMANDA

Un fattore di successo delle imprese nel mercato del 2010 è la capacità di assumere un comportamento *proattivo* verso l'ambiente di riferimento,

atteggiamento che è favorito dalla conoscenza dei processi interni ed esterni all'azienda e dalla loro corretta e veloce interpretazione. In questo contesto è quindi fondamentale anticipare le tendenze in atto, costruendo, con tecniche statistiche affidabili, stime predittive dell'andamento dei fenomeni rilevanti per i processi decisionali. Avere un'idea plausibile del futuro più probabile indirizza infatti in modo determinante la pianificazione delle attività di un'azienda, e spesso è un fattore di successo.

La previsione è fondamentale ogni qual volta è necessario prendere una decisione inerente ad attività future: per esempio per pianificare l'investimento totale in scorte, per preventivare il bisogno di capacità produttiva addizionale, per scegliere tra diverse strategie gestionali, etc. Sono la base di tutte le decisioni di carattere strategico e di pianificazione in una *supply chain*. Dopo che sono state prese queste decisioni solo una cosa è certa: ***la previsione sarà sbagliata***. Le procedure di pianificazione e controllo devono, perciò, tenere conto della presenza di questo errore, anche perché il costo di questi errori può essere molto alto.¹

La previsione in genere si basa su di una combinazione tra un'extrapolazione di ciò che si è osservato in passato (chiamata *previsione statistica*) e giudizi "informati" sugli eventi futuri. I giudizi informati possono derivare dalla conoscenza di ordini futuri da parte dei clienti esterni, delle condizioni economiche generali, etc, ma anche da giudizi di marketing come l'effetto di promozioni, di sconti, di campagne pubblicitarie, etc.

La struttura complessiva di un generico sistema di previsione è mostrata nella figura seguente.

¹ www.liophant.org/projects/worldis4me/unipg.pdf

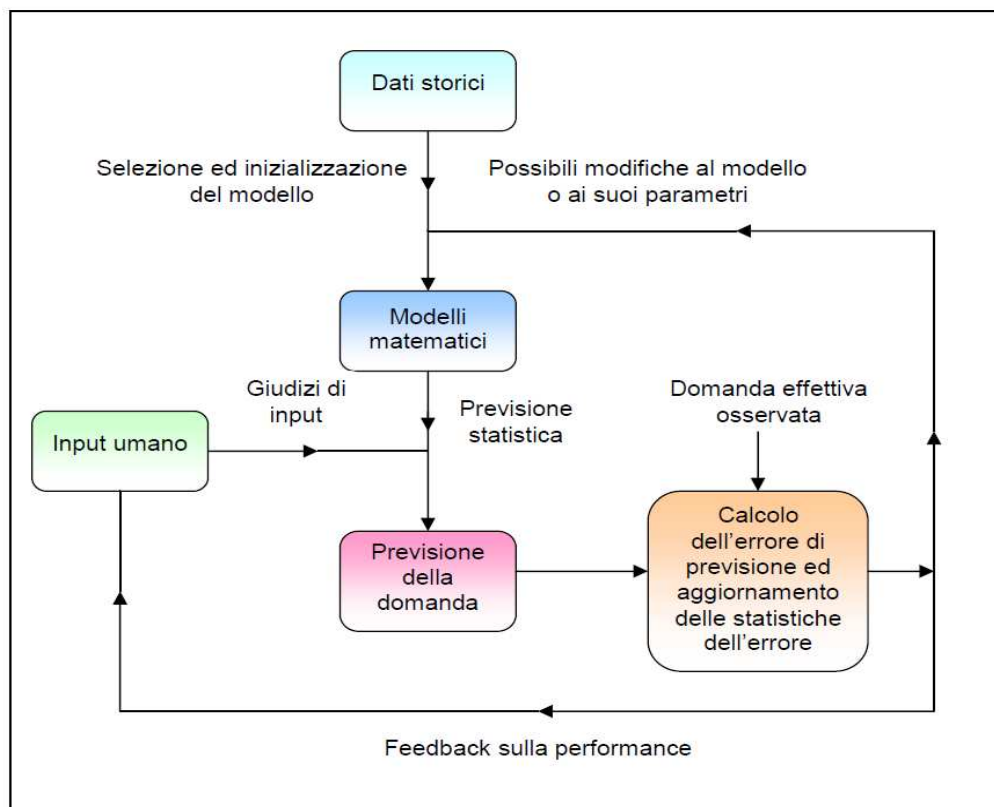


Figura 1²

E' possibile classificare le diverse tipologie di previsione in base all'orizzonte temporale coperto. Si possono definire tre orizzonti temporali:

- 1) **Lungo termine**, oltre i 24 mesi, dove si formulano previsioni che fungono da supporto alle decisioni manageriali per quanto riguarda i piani di sviluppo dell'impresa: acquisti di società, costruzione di nuovi stabilimenti, aumento della capacità produttiva, etc. Sono decisioni di *carattere strategico*
- 2) **Medio termine**, tra 12 e 24 mesi, dove si costruiscono previsioni per supportare decisioni relative ai piani aggregati di produzione: definizione dei volumi di produzione per famiglie i prodotti, definizione

² cdm.unimo.it/home/.../DL_02_Previsione%20della%20domanda.pdf

dei turni lavorativi giornalieri, ricorso alla cassa integrazione, etc. Sono decisioni di *carattere tattico*

- 3) **Breve termine**, fino a 12 mesi, dove le previsioni rappresentano il sostegno per decisioni di *carattere operativo* come il ricorso a nuovi fornitori e/o terzisti e allo straordinario.³

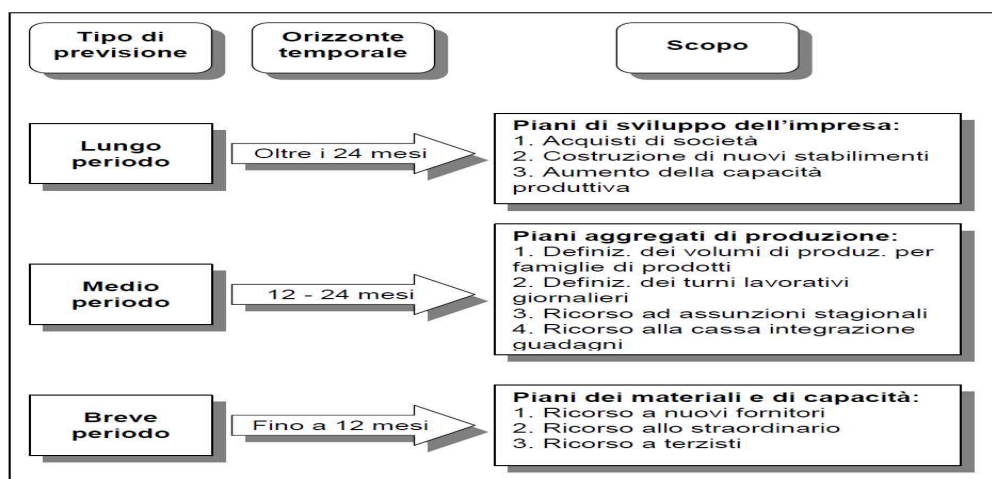


Figura 2⁴

Quindi le previsioni, ai 3 diversi livelli temporali, si differenziano fondamentalmente per il crescente grado di aggregazione degli oggetti della previsione man mano che aumenta l'orizzonte della previsione. E ovviamente, per la legge di propagazione degli scarti, l'affidabilità delle previsioni aumenta all'aumentare del livello di aggregazione del prodotto.

³ D. Piccolo, *Introduzione all'analisi delle serie storiche*, Roma, NIS, 1990.

⁴ cdm.unimo.it/home/.../DL_02_Previsione%20della%20domanda.pdf



Figura 3⁵

Ovviamente le previsioni non sono necessarie in ogni fase del ciclo produttivo/distributivo ma bisogna fare delle distinzioni sul quando e sul che cosa prevedere come evidenziato dal diagramma di seguito.



Figura 4⁶

Un ulteriore quesito che è bene porsi è “ Chi deve prevedere che cosa”?

Infatti le principali funzioni aziendali effettuano previsioni con differenti obiettivi, livelli di aggregazione, unità di misura, periodi di riferimento e orizzonti previsionali.

⁵ cdm.unimo.it/home/.../DL_02_Previsione%20della%20domanda.pdf

⁶ cdm.unimo.it/home/.../DL_02_Previsione%20della%20domanda.pdf

Quindi difficilmente in azienda si ha una visione unica e condivisa della previsione e spesso esistono contrasti e contraddizioni di carattere strutturale.



Figura 5⁷

In conclusione, quindi, lo scopo della previsione è quello di ridurre il rischio nel processo decisionale in relazione al metodo previsionale adottato; è evidente che destinando maggiori risorse all'attività previsionale dovremmo essere in grado di migliorare l'accuratezza dei risultati riducendo gli errori legati all'incertezza insita nella stima. Quindi tutto si riconduce ad un problema di *trade-off* tra i *costi di ottenimento della previsione* (costi di reperimento e conservazione dei dati, costi di sviluppo e installazione, costi di gestione e funzionamento operativo) e i *costi derivanti dall'errore di previsione*. La regione ottimale in cui operare è quella in cui si minimizza il costo totale.

VALUTAZIONE DI COSTI vs. BENEFICI

⁷ www.liuc.it/ricerca/clog/previsioni_logman_gen05.pdf

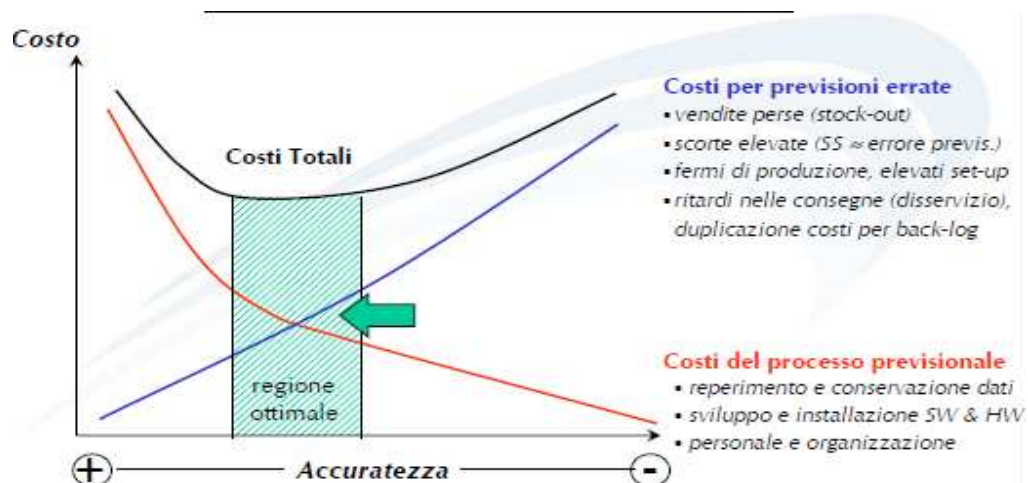


Figura 6⁸

1.3. QUADRO DELLE METODOLOGIE PREVISIONALI

Le previsioni possono essere di diverso tipo (economico-general, sociali, tecnologiche, di mercato, etc.) e compongono il quadro delle ipotesi entro cui si formulano gli obiettivi e le politiche aziendali. Ci occuperemo specificamente delle previsioni di vendita, cioè delle stime (esprese in unità fisiche, monetarie o convenzionali) delle quantità di prodotto collocabili sul mercato in un periodo di tempo futuro. Con esse l'impresa intende conoscere in anticipo quale potrà essere l'assorbimento dei suoi prodotti, in modo da programmare gli investimenti, i cicli di lavorazione, l'approvvigionamento delle risorse, l'attività di distribuzione commerciale.

La previsione delle vendite è generalmente frutto di un processo di approssimazioni successive, che si sviluppa in tre fasi fondamentali:

- 1) **Analisi della domanda**, cioè valutazioni delle tendenze espansive o recessive dei consumi e quantificazione della domanda globale (previsioni del mercato)
- 2) **Determinazione della quota aziendale di vendita**, cioè individuazione di quella che, in base alle scelte correnti di marketing (prodotti, prezzi,

⁸ Kotler, *Marketing management*, ISEDI

promozione ecc.) potrà essere la fetta del mercato globale che l'impresa è in grado di soddisfare (previsione delle vendite)

- 3) **Definizione**, in base alle nuove scelte di marketing, del volume di vendita effettivamente raggiungibile (obiettivo di vendita).

Alla previsione delle vendite si può dunque giungere per due vie e sulla base di due ipotesi alternative. La prima via è quella più lunga, che parte dalla stima della domanda globale e che, attraverso la definizione della quota di mercato spettante all'impresa, perviene a quantificare il volume.

Il materiale che si gestisce in un'azienda, qualunque sia la tipologia del prodotto, dalle materie prime al semilavorato, al componente generico, può essere essenzialmente classificato in *domanda dipendente* e *indipendente*.

I materiali a *domanda dipendente* sono quelli che rientrano nella distinta base di un qualsiasi prodotto, dipendono, appunto, dal piano generale di produzione che è stato formulato, ovvero la domanda di tali prodotti dipende dalla domanda di altri beni; tutti gli altri sono a *domanda indipendente* (olio da taglio, lubrificante carta refrigerante, etc).⁹

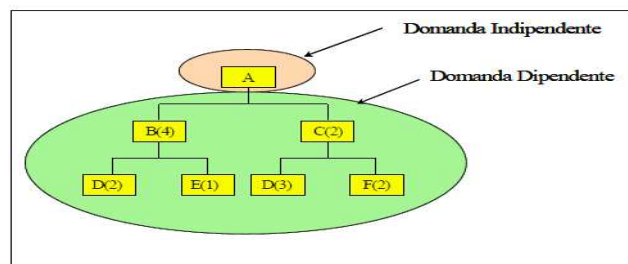


Figura 7¹⁰

⁹ N. A. Mcon, J. T. Menzer, C. D. Smith, *Conducting a sales forecasting audit*, International Journal of Forecasting, 2003

¹⁰ Markland, Sweigart, *Quantitative methods: applications to managerial decision making*, Wiley International Edition, 1984

La distinzione fondamentale sta nel fatto che per i materiali a domanda dipendente, la gestione avviene in un ambiente deterministico (per esempio in sede di planning si decide il mixing produttivo di certi prodotti A,B,C,D..., e si utilizzano tecniche specifiche come la programmazione lineare), per questi materiali l'aleatorietà si concentra esclusivamente nella previsione della domanda del prodotto finito. Infatti quegli articoli che vengono utilizzati come componenti del prodotto finito non necessitano di tale metodo in quanto il loro fabbisogno può essere ricavato deterministicamente una volta nota la domanda dei beni di cui fanno parte.

Per i materiali a domanda indipendente, invece, non si conosce la domanda (almeno in termini deterministici), tali materiali sono inoltre "indipendenti" dal piano generale di produzione.

La scelta dei più appropriati metodi di previsione è influenzata da una serie di fattori:

- 1) Tipo di previsione richiesta**
- 2) Orizzonte di previsione**
- 3) Dati in possesso**
- 4) Accuratezza richiesta**
- 5) Comportamento del processo di previsione**
- 6) Costi di sviluppo e installazione**
- 7) Facilità operativa**

8) Comprensione e cooperazione del management

In letteratura i metodi di previsione possono essere classificati in *soggettivi* (o *qualitativi*) e *oggettivi* (o *quantitativi*).

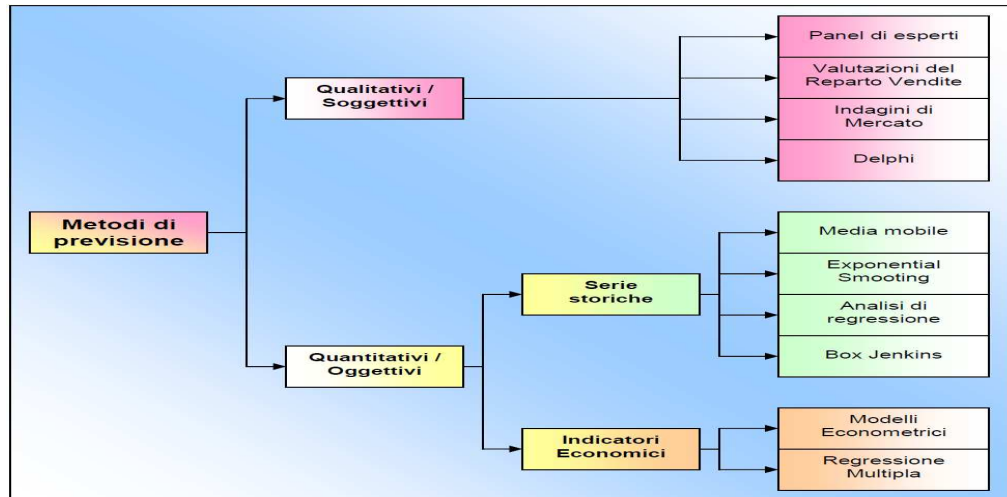


Figura 8¹¹

¹²Un **metodo soggettivo** è basato sul giudizio umano. Tra questi menzioniamo:

- **Valutazioni del reparto vendite:** ciascun agente di vendita stima la domanda futura relativamente al proprio territorio per il prossimo periodo. L'ipotesi alla base di questo metodo, anche se non sempre vera, è che le persone più vicine al cliente conoscono meglio di chiunque altro le sue necessità future. Queste informazioni vengono successivamente aggregate per giungere a previsioni globali per ciascuna area geografica o famiglia di prodotti
- **Indagini di mercato:** le aziende spesso si rivolgono ad imprese specializzate nelle indagini di mercato per effettuare questo tipo di previsione. Le informazioni vengono ricavate direttamente dai clienti o più spesso da un campione rappresentativo di essi. Questo tipo di indagine, comunque, viene soprattutto utilizzata per cercare nuove idee,

¹¹ G. Basile, A. Bottan, F. Dallari, M. Di Mattia, *L'organizzazione del processo previsionale nelle aziende italiane*, Logistica, Ed. Tecniche Nuove, Gennaio 2005

¹² cdm.unimo.it/home/.../DL_02_Previsione%20della%20domanda.pdf

cosa piace o non piace di prodotti già esistenti, quali sono le marche preferite di un determinato prodotto, etc.

- **Panel di esperti:** le previsioni vengono sviluppate da un ristretto gruppo di esperti delle varie aree funzionali dell'azienda (marketing, finanzia e produzione) che interagiscono direttamente tra loro. La previsione viene sviluppata tramite incontri con scambi di idee ed informazioni tra manager di tutti i livelli; vi è però il problema che gli impiegati di più basso livello siano intimoriti da quelli di più alto livello, e per questo le loro opinioni non emergono spesso come dovuto
- **Metodo Delphi:** come si è visto, un'opinione di un impiegato di più alto livello, finisce col pesare di più di quella di un impiegato di basso livello. Il caso peggiore è che quest'ultimo non contribuisce alla discussione per non contrariare i suoi capi. Per prevenire questo tipo di problemi nel metodo Delphi è garantito l'anonimato di coloro che partecipano allo studio, in maniera tale che ognuno abbia lo stesso peso. Viene redatto un questionario che viene distribuito ai partecipanti. Le risposte vengono aggregate e viene preparato, in base a queste, un nuovo set di domande che vengono riproposte al gruppo.

La procedura può essere schematizzata in cinque fasi:

- 1) Scelta degli esperti. Ci devono essere impiegati appartenenti a più aree aziendali e a diversi livelli
- 2) Tramite un questionario inviato a tutti i partecipanti, inviato anche tramite e-mail, si ricava la previsione
- 3) Si aggregano i risultati e si ridistribuiscono ai partecipanti mediante un appropriato nuovo set di domande

- 4) Si aggregano di nuovo i risultati, si affina la previsione e si sviluppa ancora un nuovo questionario
- 5) Se necessario si ripete la fase 5 e si distribuisce il risultato finale ai partecipanti.

Il metodo *Delphi* generalmente raggiunge dei risultati accettabili in tre tornate ed il tempo richiesto è funzione del numero di partecipanti, quanto tempo e lavoro impiegano per sviluppare la loro previsione e la loro velocità nel rispondere al questionario.

Le difficoltà nell'uso dei metodi a base soggettiva sono:

- Correlazioni illusorie a conforto delle proprie tesi
- Eccesso di confidenza nelle proprie conclusioni
- Eccesso di conformismo tra i membri del gruppo
- Conservatorismo e ancoraggio a determinate conclusioni
- Sottostima del grado di incertezza
- Difficoltà a manipolare grandi numeri
- Inconsistenza nei criteri di giudizio

¹³**I metodi di previsione oggettivi** impiegano, invece, modelli matematici e dati storici per prevedere la domanda. L'ipotesi base è che il futuro si assume essere uguale al passato.

¹³ cdm.unimo.it/home/.../DL_02_Previsione%20della%20domanda.pdf

Esistono due tipi di metodi oggettivi: il metodo delle *serie storiche* ed il metodo degli *indicatori economici*.

Il **metodo degli indicatori economici** consiste nel ricercare un'espressione funzionale che pone in correlazione l'entità della domanda di un prodotto finito, o una famiglia di prodotti finiti, ad alcuni indicatori economici. Questi indicatori sono delle variabili che descrivono le condizioni economiche prevalenti in un determinato periodo di tempo. Esempi di indicatori sono: reddito nazionale lordo, reddito procapite, reddito agricolo ed industriale, licenze edilizie concesse, produzione automobilistica, livello di occupazione, prezzi al consumo e all'ingrosso, depositi bancari, produzioni industriale, produzione di acciaio e cemento, etc.

Se si indica con Y la domanda di un prodotto che si vuole prevedere e con X1, X2,, ..., Xn le n variabili che si suppone siano collegate ad Y, allora il metodo asserisce che: $Y = f (X1, X2, ..., Xn)$.

1.3.1 REGRESSIONE LINEARE SEMPLICE¹⁴

Viene ipotizzato un legame lineare tra una variabile indipendente (X) e una variabile dipendente (Y).

$$y = A + B \cdot x + \varepsilon$$

L'esistenza di un legame lineare è confermata da un valore elevato del **coefficiente di correlazione lineare r** (compreso tra -1 e 1).

¹⁴ cdm.unimo.it/home/.../DL_02_Previsione%20della%20domanda.pdf

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (-1 \leq r \leq 1)$$

essendo : $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$ $\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$

Figura 9¹⁵

In excel adottare la funzione =CORRELAZIONE (Serie_x; Serie_y).
E' possibile verificare la bontà di adattamento (*goodness of fit*) della retta di regressione alla serie delle osservazioni in esame mediante il **coefficiente di determinazione R²**. Se **R² ≈ 1** allora si ha un buon adattamento.

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2} \quad (0 \leq R^2 \leq 1)$$

R² indica la percentuale di variabilità di y che può essere spiegata dalla variabilità della variabile indipendente x

Il EXCEL adottare la funzione : "=RQ (Serie_X; Serie_Y)"

Per determinare i vari parametri **A** e **B** si utilizza la minimizzazione dello scarto quadratico totale (SSE- sum of the Squared Errors). Questa tecnica di ottimizzazione permette di trovare una funzione che si avvicini il più possibile ad un'interpolazione di un insieme di dati (tipicamente punti del piano). In particolare la funzione trovata deve essere quella che minimizza la somma dei quadrati delle distanze dai punti dati. Questo metodo va distinto da quelli per l'interpolazione dove si richiede che la funzione calcolata passi esattamente per i punti dati.

$$SSE = \sum_{i=1}^n \left[y_i - (a + b \cdot x_i) \right]^2$$

¹⁵ www.liuc.it/ricerca/clog/previsioni_logistica_gen05.pdf

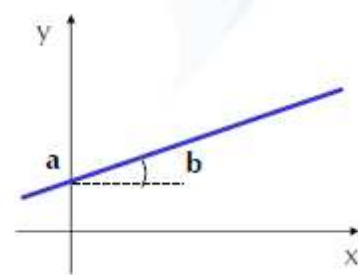
$$\hat{y} = a + b \cdot x$$

b : Pendenza

"=INDICE(REGR.LIN(Serie_Y; Serie_X);1)"

a : Intercetta di y

"=INDICE(REGR.LIN(Serie_Y; Serie_X);2)"



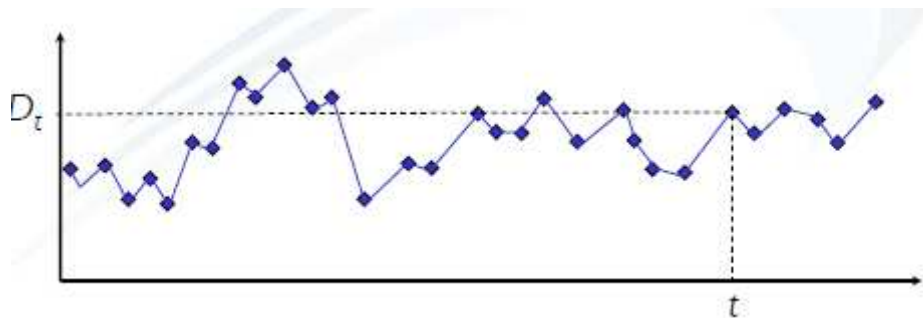
REGRESSIONE MULTIPLA¹⁶

Si ha quando Y non dipende solo da un fattore ma da un insieme (X1- X2...Xn). Quindi:

$$\hat{y} = a + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2$$

1.3.2 METODI BASATI SULLE SERIE STORICHE¹⁷

Definizione: “una serie storica è una sequenza di valori (D_1, D_2, \dots, D_n) assunti da un grandezza misurabile (numero di ordini, kg, litri, ...) e osservati in corrispondenza di specifici intervalli temporali di norma equidistanti (giorni, settimane, mesi, trimestri,...)”



Si distinguono almeno 2 differenti tipologie di domanda commerciale:

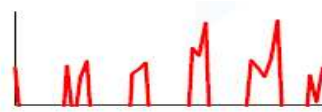
¹⁶ cdm.unimo.it/home/.../DL_02_Previsione%20della%20domanda.pdf

¹⁷ cdm.unimo.it/home/.../DL_02_Previsione%20della%20domanda.pdf

- 1) Articoli connotati da domanda medio elevata nell'orizzonte temporale di riferimento (articoli continuativi) es. beni di largo consumo



- 2) Articoli connotati da domanda bassa e sporadica ("lumpy") nell'orizzonte temporale di riferimento (articoli non continuativi) es. settore ricambi



Ogni serie storica è composta da una serie di componenti che sono:

- 1) **D_t** , valore della serie storica al tempo t



- 2) **T_t** , componente di tendenza al tempo t



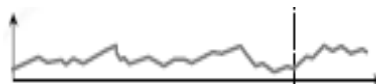
- 3) **S_t** , componente di stagionalità al tempo t



- 4) **C_t** , componente di ciclicità al tempo t



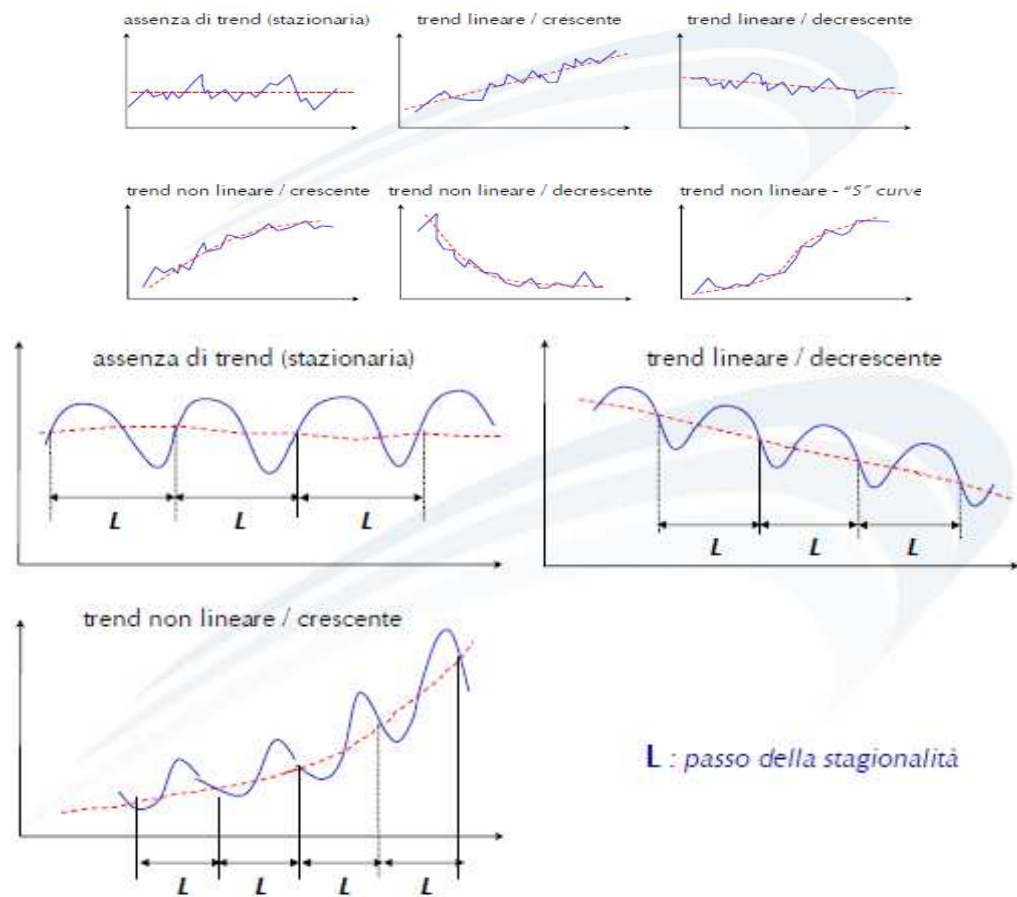
- 5) **ϵ_t** , fluttuazione casuale al tempo t



$$D_t = f(T_t, S_t, C_t) + \epsilon_t$$

componenti sistematiche
componente aleatoria

Esistono varie tipologie di serie storiche:



Prima di formulare la previsioni di vendita è però necessario analizzare l'andamento passato della serie storica per individuare l'esistenza di eventuali componenti di *TREND* e *STAGIONALITA'*.

ANALISI DELLE SERIE STORICHE:¹⁸

STAGIONALITA'

¹⁸ cdm.unimo.it/home/.../DL_02_Previsione%20della%20domanda.pdf

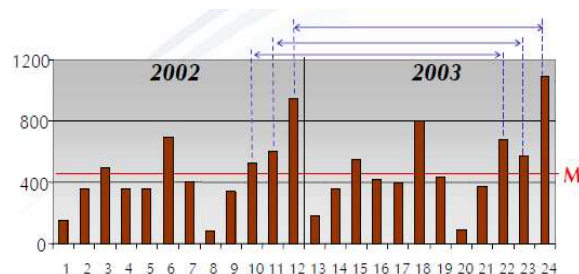


Disponendo di N dati storici (almeno due anni), è possibile effettuare un *analisi di autocorrelazione* (ACF), calcolando il coefficiente di autocorrelazione r_k per diversi valori di " k ".

$$r_k = \frac{\sum_{i=0}^{N-k-1} (D_{t-i} - \overline{M}) \cdot (D_{t-i-k} - \overline{M})}{\sum_{i=0}^{N-1} (D_{t-i} - \overline{M})^2}$$

$$\text{dove : } \overline{M} = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} D_{t-i} \quad (k = 1, 2, 3, \dots)$$

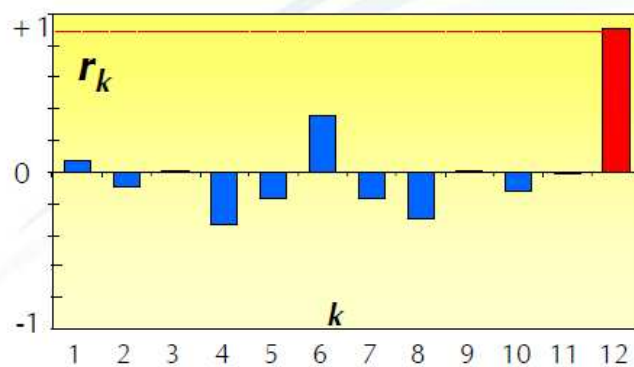
Tale analisi consente di confrontare a coppie i dati di domanda sfasati di k mesi, con il valor medio della serie (M).



Esempio : $k = 12$

Una volta calcolati i valori di r_k per diversi k , si analizza l'andamento di r_k grazie ad un *correlogramma* che esprime i diversi valori di r_k in funzione dello scarto temporale k .

Se esiste un picco nella funzione di autocorrelazione ($r_k > \sqrt{N}$) per valori di $k > 2$, allora la serie storica è affetta da stagionalità e il valore di k per cui r_k è massimo è il passo della stagionalità (vedi esempio sotto).

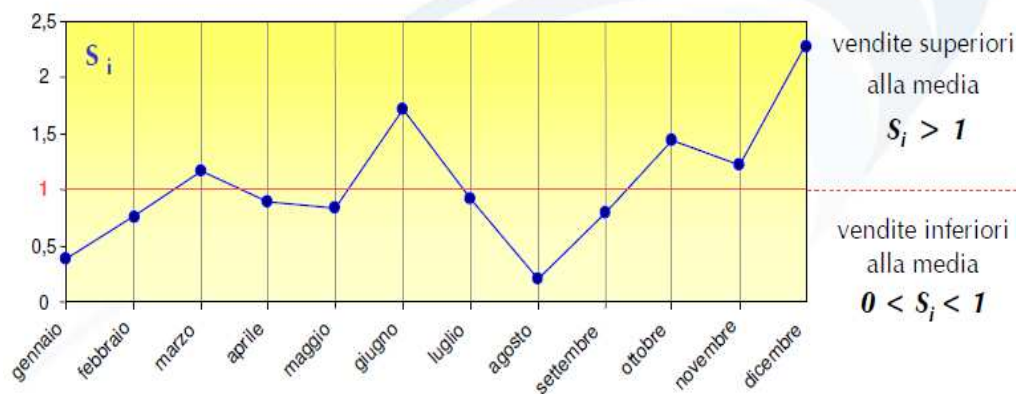


Nel caso considerato
si ha una stagionalità
di passo annuale
($L = 12$)

Un ulteriore step consiste nel calcolare L fattori di stagionalità, ognuno dei quali calcolato come il rapporto tra il valore della domanda in quel periodo i e il valor medio della domanda. Se per esempio il valore calcolato per un periodo i -esimo è 1,258 significa che in quel mese le vendite sono mediamente il 25,8 % in più del valor medio delle vendite dell'anno.

$$S_i = \frac{D_i}{M}$$

Riportando tali valori su di un grafico si ottiene la cosiddetta “*figura di stagionalità*”.



ANALISI DELLE SERIE STORICHE:¹⁹

TENDENZA O TREND

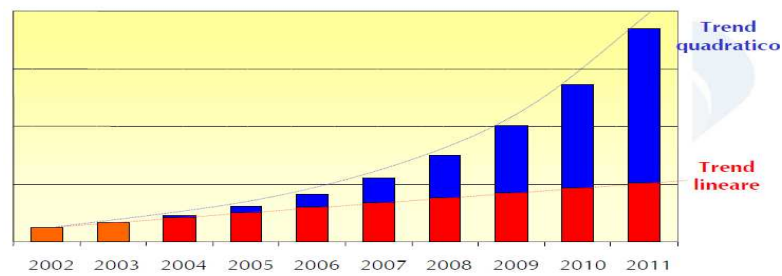
La componente di trend è legata all'andamento crescente/decrescente della domanda che è ricollegabile a:

- Variazione complessiva del volume di mercato
- Modificazione della quota di mercato detenuta da una specifica azienda
- Progressiva variazione del mercato geografico servito (es. processo di internazionalizzazione)

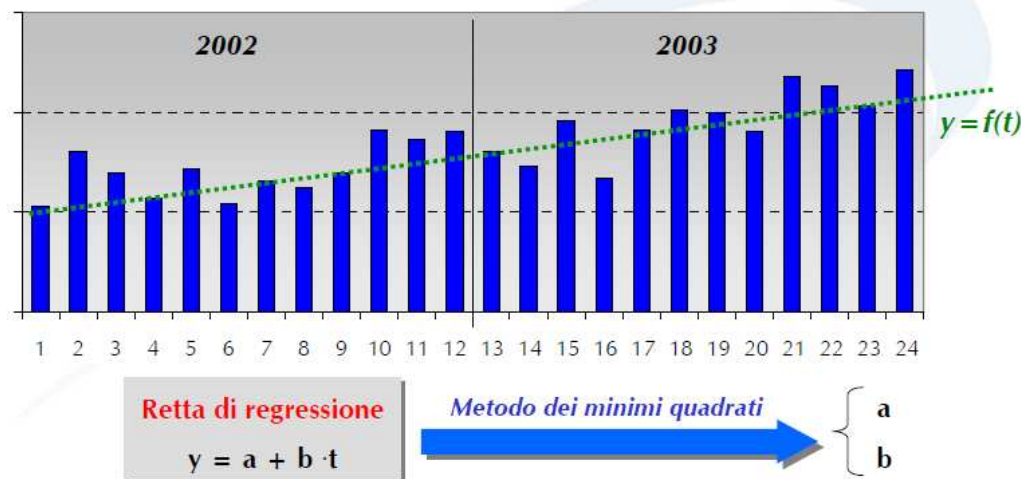
Esistono fondamentalmente due tipologie di trend:

- 1) **Trend lineare**, che si ha quando l'incremento annuale è costante
- 2) **Trend quadratico**, che si ha quando si mantiene costante l'incremento annuo %

¹⁹ cdm.unimo.it/home/.../DL_02_Previsione%20della%20domanda.pdf



Mediante l'analisi di regressione è possibile identificare la natura della tendenza di fondo e quantificarla e se si assume un trend lineare bisogna stimare i coefficienti della retta di regressione (es. metodo minimi quadrati).



Per identificare la presenza di un trend è possibile, come nel caso della stagionalità, effettuare un'analisi di autocorrelazione (ACF).

Infatti se per valori di $k=1$ e $k=2$ si hanno r_k elevati allora si ha un trend.

Tuttavia a volte può capitare che una serie storica è stagionale ma ha anche un trend marcato, che può risultare dominante nell'analisi ACF, compromettendo la bontà di analisi delle serie storiche.

In questi casi è necessario ricorrere al metodo delle differenze prime per rendere la serie stazionaria al fine di rilevarne la componente di stagionalità.

Si calcolano $n-1$ valori della serie di partenza con questa formula:

$$D'_t = D_t - D_{t-1}$$

A questo punto si ri-effettua l'analisi di autocorrelazione sulle differenze prime per rilevare l'esistenza di una componente stagionale.

MEDIA MOBILE (MOVING AVERAGE)²⁰

Questo metodo ha una duplice funzione:

- 1) *Serve per filtrare la serie storica*, cioè elimina eventuali irregolarità presenti nei dati della domanda.

Partendo da una serie storica di N dati, al termine del generico periodo t è possibile calcolare il valore puntuale della media mobile di ordine k

$$MM_t(k) = \frac{D_t + D_{t-1} + D_{t-2} + \dots + D_{t-k+1}}{k}$$

Si ottengono N-K+1 valori della media mobile e così facendo le irregolarità presenti nella serie storica originale sono maggiormente filtrate.

2) Metodo previsionale

Si utilizza la cosiddetta *media mobile centrata* che rappresenta la media aritmetica di k periodi (osservazioni) tali che t sia il punto di mezzo degli insieme dei periodi (se k è dispari)

²⁰ cdm.unimo.it/home/.../DL_02_Previsione%20della%20domanda.pdf

$$MMC_t(k) = \frac{D_{t-(k-1)/2} + \dots + D_{t-1} + D_t + D_{t+1} + \dots + D_{t+(k-1)/2}}{k}$$

Se k è pari, si ricorre ad una duplice procedura ricorsiva, centrando il primo insieme di medie mobili di ordine k sui punti intermedi degli intervalli temporali e successivamente calcolando una media mobile di ordine $k=2$ per “riallineare” i valori.

Se la serie storica è affetta da stagionalità è possibile evidenziarne il trend effettuando una media mobile centrata di ordine $k=L$.

Un ulteriore metodo che si può applicare è la cosiddetta *media mobile ponderata* che consiste nell’effettuare una media pesando i valori della serie che con dei pesi W_i dove la $\sum W_i = 1$.

METODO DI DECOMPOSIZIONE²¹

E’ un metodo che consente di identificare le principali componenti in cui una serie storica può essere suddivisa (stagionalità **St**, trend **Tt**, ciclicità **Ct**, fattori casuali **εt**).

Per prima cosa bisogna scegliere il modello di rappresentazione della serie storica:

1) Modello additivo, dove **Dt = Tt+St+Ct+εt**

2) Modello moltiplicativo, dove **Dt = Tt*St*Ct*εt**

Ipotizzando di usare un modello moltiplicativo, per scorporare una ad una le varie componenti della serie bisogna seguire la procedura sotto indicata:

²¹ cdm.unimo.it/home/.../DL_02_Previsione%20della%20domanda.pdf

- 1) Calcolo della componente congiunta di trend e ciclicità mediante il calcolo della media mobile all'istante t

$$T_t \cdot C_t \approx MM_t$$

- 2) Determinazione della componente stagionale usando i coefficienti di stagionalità

$$S_t \cdot \epsilon_t = \frac{D_t}{T_t \cdot C_t} \approx \frac{D_t}{MM_t}$$

- 3) Depurazione dalla componente stagionale dell'effetto delle fluttuazioni casuali ϵ_t come media dei valori S_t^* sulle diverse stagioni
- 4) Destagionalizzazione della serie storica ottenuta dividendo ogni valore della domanda per il rispettivo coefficiente di stagionalità

$$\frac{D_t}{S_t} = T_t \cdot C_t \cdot \epsilon_t$$

- 5) Determinazione della componente di tendenza tramite l'identificazione di una curva di regressione, ad esempio lineare

$$T_t = a + b \cdot t$$

- 6) Determinazione dei fattori ciclici dividendo la Media mobile all'istante t per T_t

$$C_t = \frac{MM_t}{T_t}$$

SMORZAMENTO ESPONENZIALE²²

Data la serie storica di valori della domanda **D1, D2,...,Dt** la previsione per il periodo $t+1$ vale:

$$P_{t+1} = \alpha \cdot D_t + (1-\alpha) \cdot P_t$$

α : COEFFICIENTE DI SMORZAMENTO ($0 \leq \alpha \leq 1$)

Quindi la previsione è ottenuta dalla media tra il valore attuale **Dt** e la previsione precedente **Pt**.

Vi sono 3 modelli di smorzamento esponenziale:

- 1) Modello di Brown
- 2) Modello di Holt
- 3) Modello di Winters

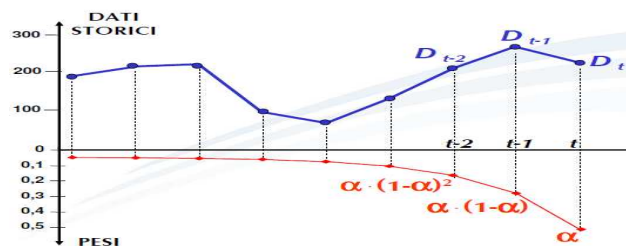
1)Modello di Brown

Tale modello è detto *smorzamento semplice* ed è applicabile in assenza di trend e stagionalità.

²² cdm.unimo.it/home/.../DL_02_Previsione%20della%20domanda.pdf

$$P_{t+1} = \alpha \cdot D_t + (1-\alpha) \cdot P_t$$

Da questa formula si vede che il parametro α condiziona la reattività del modello e quindi se α è elevato si dà maggiore peso ai dati recenti (modello reattivo) mentre con un α basso si valorizzano maggiormente i dati più anziani (modello statico).



2)Modello di Holt

Tale modello, detto *smorzamento esponenziale doppio*, funziona bene quando deve analizzare domande che hanno un certo trend e che non presentano stagionalità (o sono destagionalizzate).

Se al termine del periodo t si vuole prevedere per l'istante $t+m$, si ha che:

$$P_{t+m} = M_t + m \cdot T_t$$

Media: $M_t = \alpha \cdot D_t + (1-\alpha) \cdot (M_{t-1} + T_{t-1})$

Trend: $T_t = \gamma \cdot (M_t - M_{t-1}) + (1-\gamma) \cdot T_{t-1}$

α, γ : COEFFICIENTI DI SMORZAMENTO ($0 \leq \alpha, \gamma \leq 1$)

Mt = media smorzata
Tt = trend smorzato
 α, γ condizionano reattività

3)Modello di Winters

Al termine del periodo t la previsione per il periodo $t+m$ è uguale a:

$$P_{t+m} = (M_t + m \cdot T_t) \cdot S_{t-L+m}$$

$$\begin{aligned} \text{Media: } M_t &= \alpha \cdot \frac{D_t}{S_{t-L}} + (1 - \alpha) \cdot (M_{t-1} + T_{t-1}) \\ \text{Trend: } T_t &= \gamma \cdot (M_t - M_{t-1}) + (1 - \gamma) \cdot T_{t-1} \\ \text{Stagionalità: } S_t &= \beta \cdot \frac{D_t}{M_t} + (1 - \beta) \cdot S_{t-L} \end{aligned}$$

Mt = media smorzata
Tt = trend smorzato
St = stagionalità
α, γ, β condizionano reattività modello

Tale modello, chiamato *smorzamento esponenziale triplo*, si applica in contesti caratterizzati da stagionalità e trend.

In conclusione, quindi, si può affermare che in presenza di una domanda che presenta le componenti di trend e stagionalità si può agire in 3 modi diversi:

- Applicare il modello di Winters alla serie storica dei dati
- Applicare il modello di Holt dopo aver destagionalizzato la domanda (cfr metodo di decomposizione)
- Applicare il modello di Brown dopo aver depurato la serie storica dalla stagionalità e dal trend

APPROCCIO BOX-JENKIS²³

Box e Jenkins (1976) hanno concepito un modello più complesso di quelli visti precedentemente, ma comunque rappresenta un'opportunità per una previsione più accurata che è sicuramente interessante nel medio periodo e per prodotti aggregati.

²³ cdm.unimo.it/home/.../DL_02_Previsione%20della%20domanda.pdf

La cosiddetta media mobile autoregressiva (AutoRegressive Moving Average, ARMA) valuta la domanda nel periodo attuale, d_t , attraverso una somma pesata di domande passate e di componenti casuali non prevedibili. In termini matematici:

$$d_t = \phi_1 d_{t-1} + \phi_2 d_{t-2} + \dots + \phi_p d_{t-p} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

dove le ε sono le cosiddette *white noise*, vale a dire variabili casuali, stocasticamente indipendenti, distribuite normalmente con media zero e varianza costante; ϕ , θ , p e q sono costanti.

In genere la suddetta equazione può essere semplificata. Anderson (1976) afferma che molte serie storiche stazionarie sono adeguatamente rappresentate da modelli ARMA con $p + q \leq 2$, e, quindi, nell'equazione precedente vi sono al più tre termini al secondo membro. Per esempio, nel caso in cui $p=q=1$ si ha:

$$d_t = \phi_1 d_{t-1} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1}$$

Quest'ultima equazione, infatti, implica che la serie d_t sia stazionaria. Vi possono essere due casi in cui questa ipotesi non è valida: ci può essere un trend, lineare o di ordine superiore, nell'andamento di base; ci può essere una componente di stagionalità. In questi casi il modello prevede l'introduzione di termini addizionali nell'equazione di base.

1.4. SCHEMA GENERALE DI IMPLEMENTAZIONE DI UN MODELLO PREVISIONALE²⁴

Le fasi generali di implementazione di un modello previsionale sono essenzialmente quattro:

24

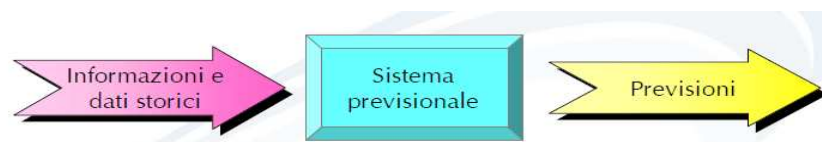
- 1) **Fase 0**, depurazione dei dati storici di vendita
- 2) **Fase 1**, inizializzazione delle tecniche previsionali
- 3) **Fase 2**, adattamento delle tecniche previsionali
- 4) **Fase 3**, previsione della domanda per il futuro



Figura 10²⁵

1) Depurazione dei dati storici

Qualsiasi modello di estrapolazione delle serie storiche proietta nel futuro una previsione che è basata sulle sole componenti prevedibili ed è quindi necessario depurare la serie dei dati.



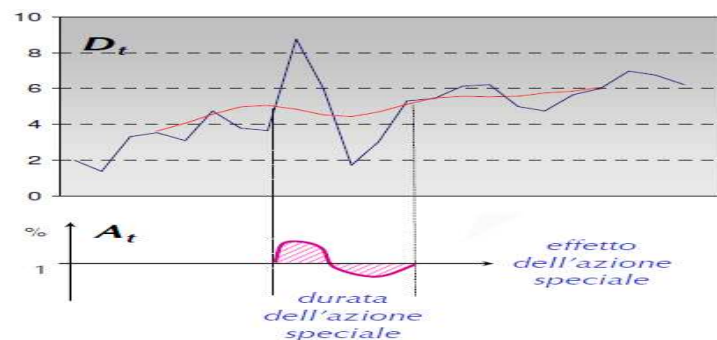
La qualità dei risultati previsionali dipende dalla qualità dei dati in input (GI-GO Garbage in-Garbge out) e quindi, qualsiasi sia il modello statistico

²⁵ www.liuc.it/ricerca/clog/previsioni_logman_gen05.pdf

utilizzato, ad un dato errato o non coerente corrisponderà sempre una previsione poco accurata.

Le eventuali anomalie possono essere:

- Azioni promozionali e politiche di marketing
- Preavviso di aumento di prezzo, cambio listino
- Eventi eccezionali e commesse rilevanti
- Influsso di calendario (es. festività mobili, calendario i vendita, etc)
- Giorni di pagamento (fatturazione di fine mese)
- Fenomeni esogeni (es. crisi settore, azioni concorrenza, nuove riforme, etc)
- Azioni speciali (“ogni iniziativa dell’impresa destinata ad influire transitoriamente sulle vendite di un determinato articolo”)



Per depurare i dati da questi eventi anomali è necessario instaurare una procedura formale che mantenga una traccia storica delle azioni intraprese nel passato e dei conseguenti effetti “stimati” sui valori medi delle vendite.

Gli step da seguire sono:

- 1) Rimuovere la componente stagionale (metodo di decomposizione)
- 2) Identificare variazioni sistematiche rilevanti al di sopra o al di sotto del normale livello delle vendite (non spiegate da fenomeni di natura ciclica)
- 3) Indagare (in collaborazione con sales e product manager) circa l'esistenza di azioni o eventi speciali in corrispondenza delle variazioni rilevate
- 4) Stimare (anche approssimativamente) l'entità degli effetti conseguenti sulle vendite e la relativa durata
- 5) Rimuovere gli effetti registrati dalla serie originale dei dati e determinare nuovamente i valori corretti delle componenti di stagionalità e trend
- 6) Quando viene pianificata un'azione speciale nel futuro, modificare opportunamente il valore della previsione a partire dagli effetti rilevati nel passato

2) Inizializzazione delle tecniche previsionali

Se si ipotizza di utilizzare uno dei 3 modelli di smorzamento esponenziale bisogna definire i valori iniziali delle relazioni ricorsive dei modelli di Brown, Holt e Winters.

$$\begin{aligned}
 \text{Brown (1): } P_{t+1} &= \alpha \cdot D_t + (1 - \alpha) \cdot \underset{\uparrow}{P_t} \\
 \text{Holt (2): } M_t &= \alpha \cdot D_t + (1 - \alpha) \cdot (\underset{\uparrow}{M_{t-1}} + \underset{\uparrow}{T_{t-1}}) \\
 \text{Winters (3): } M_t &= \alpha \cdot \frac{D_t}{\underset{\uparrow}{S_{t-L}}} + (1 - \alpha) \cdot (\underset{\uparrow}{M_{t-1}} + \underset{\uparrow}{T_{t-1}})
 \end{aligned}$$

Per inizializzare i modelli previsionali bisogna considerare:

- Se la domanda è stagionale con passo L, 2L dati passati
- Se le caratteristiche del prodotto o del mercato sono mutate nel tempo meglio trascurare i dati storici più anziani

Esistono 3 metodi di inizializzazione:²⁶

1) Analitico

Se ci si trova a prevedere l'anno 2003 e dobbiamo calcolare i vari parametri all'istante $t=0$ e sappiamo che ha una stagionalità di passo $L = 12$ mesi consideriamo i due anni precedenti (2001-2002). Le varie relazioni sono:

$$T_{(t=0)} = \frac{M_{02} - M_{01}}{12}$$

$$M_{(t=0)} = M_{02} + \frac{12}{2} T_{(t=0)}$$

²⁶ cdm.unimo.it/home/.../DL_02_Previsione%20della%20domanda.pdf

$$S_{(t=0),gen} = \frac{\frac{D_{gen,01}}{M_{01}} + \frac{D_{gen,02}}{M_{02}}}{2} \quad \text{idem per febbraio, marzo, ...}$$

2) Regressione (minimi quadrati)

Nota la formula della retta di regressione lineare $y = a + bt$, si calcolano a e b con il metodo dei minimi quadrati e a quel punto si assume che:

$$Tt = b$$

$$Mt = a + bt$$

$$St = St \text{ metodo analitico sostituendo } Mt = a + bt$$

3) Backforecasting

3) Adattamento delle tecniche previsionali

Una volta definiti i valori delle principali variabili del modello si passa alla simulazione di un intero anno di previsione di cui si hanno già i dati consuntivo così da cablare al meglio il modello. Infatti dopo aver previsto un intero anno è possibile rilevare gli scostamenti tra la domanda effettiva e quella prevista.

4) Previsione della domanda futura

Solo ora è possibile attuare la previsione per i mesi successivi (massimo 6 mesi) e la previsione finale sarà uguale a quanto segue:



1.5. MONITORAGGIO DELLE PREVISIONI²⁷

In un qualsiasi processo previsionale il sistema di monitoraggio ne rappresenta una componente fondamentale.

LE POSSIBILI CAUSE DI SCOSTAMENTO

- sono cambiati dei legami o dei rapporti tra le variabili interne al modello
- sono emerse delle nuove variabili esplicative
- si sono modificate alcune componenti del modello
- sono sopraggiunti degli eventi particolari o anomali

Un buon sistema di monitoraggio delle previsioni deve basarsi sui seguenti presupposti:

- Semplicità
- Sinteticità
- Flessibilità

L'errore di previsione del periodo t è dato dalla differenza tra il valore a consuntivo e quello previsto.

²⁷ cdm.unimo.it/home/.../DL_02_Previsione%20della%20domanda.pdf

$$E_t = D_t - P_t$$

In letteratura esistono diversi indicatori statistici dell'errore.

INDICATORI STATISTICI DELL'ERRORE

- DISTORSIONE : ME
- CONSISTENZA : MAD, MAPE, MSE, SDE
- CORRELAZIONE : DW
- SEGNALE DI TRACKING : TS

1) ERRORE MEDIO (ME)

Indica se l'errore è mediamente in eccesso o in difetto; gli errori di segno opposto tendono ad annullarsi.

$$ME = \frac{\sum_{t=1}^n E_t}{n}$$

2) SCARTO MEDIO ASSOLUTO (MAD)

Misura la consistenza degli errori in valore assoluto e quindi gli errori di segno opposto non si auto compensano. Tuttavia non consente di cogliere la correlazione degli errori.

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |E_t|}{n}$$

3) ERRORE ASSOLUTO MEDIO % (MAPE)

Consente di confrontare serie di valori differenti su scala percentuale e a parità di errore in valore assoluto, il MAPE penalizza maggiormente gli errori commessi in periodi a bassa domanda.

Perde significato se la serie presenta valori di domanda nulli.

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|E_t|}{D_t}}{n} \times 100$$

4) DEVIAZIONE STANDARD ERRORI

E' un indice usato principalmente per dimensionare le scorte di sicurezza. Fa riferimento ad un campione di n osservazioni ed il termine n-1 indica il numero di gradi di libertà cioè il numero di dati della serie storica che sono indipendenti tra loro.

$$SDE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (E_t)^2}{n-1}}$$

5) ERRORE QUADRATICO MEDIO (MSE)

Questo indice penalizza maggiormente gli errori elevati in valore assoluto e fornisce indicazioni simili allo SDE. L'unico neo è che l'unità di misura (unità al quadrato) è poco pratica.

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (E_t)^2}{n}$$

6) TRACKING SIGNAL (TS)

Questo indice permette di evidenziare il deterioramento del modello previsionale in presenza di errori sistematici (errori tutti positivi o negativi).

Se il valore di TS è fuori da un determinato range che è (-4+4) allora è necessario analizzare le cause dello scostamento.

$$TS_t = \frac{\sum_{i=1}^t E_i}{MAD_t}$$

7) INDICATORE DI DURBIN-WATSON

E' un ottimo indicatore della correlazione degli errori, la cui conoscenza può rivelarsi molto utile ai fini di un'accurata e corretta previsione.

L'esperienza mostra che $0 < DW < 4$;

In particolare:

- $DW \approx 2$: gli errori sono sostanzialmente casuali e si compensano a vicenda
- $DW < 2$: gli errori sono autocorrelati positivamente
- $DW > 2$: gli errori sono autocorrelati negativamente

$$DW = \frac{\sum_{t=1}^N (E_t - E_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^N (E_t)^2}$$

1.5.1. DETERMINAZIONE DELLA TERNA OTTIMALE α, β, γ ²⁸

Concludiamo questo capitolo illustrando la metodologia per stimare i coefficienti ottimali di smorzamento (α, β, γ).

La scelta ottimale di questi coefficienti avviene minimizzando MSE.

$$\min \{ \text{MSE} \} \Rightarrow \min_{\alpha, \beta, \gamma} \left\{ \frac{\sum_{t=1}^n (D_t - P_t)^2}{n} \right\}$$

In excel è possibile lanciare l'applicazione "RISOLUTORE" dal menù "Strumenti" e grazie a ciò si ottiene la terna ottimale di valori per gli n periodi considerati e che si suppone sia la migliore anche per il prossimo futuro. Quindi è necessario ricalcolare i valori dopo un certo numero di intervalli di tempo.

N.B. a volte può essere utile combinare valori di previsione di modelli differenti in quanto questo connubio dà un risultato migliore di quello di partenza.

$$P_t^* = f(P_{t,1}, P_{t,2}, P_{t,3}, \dots, P_{t,n})$$

CAPITOLO 2

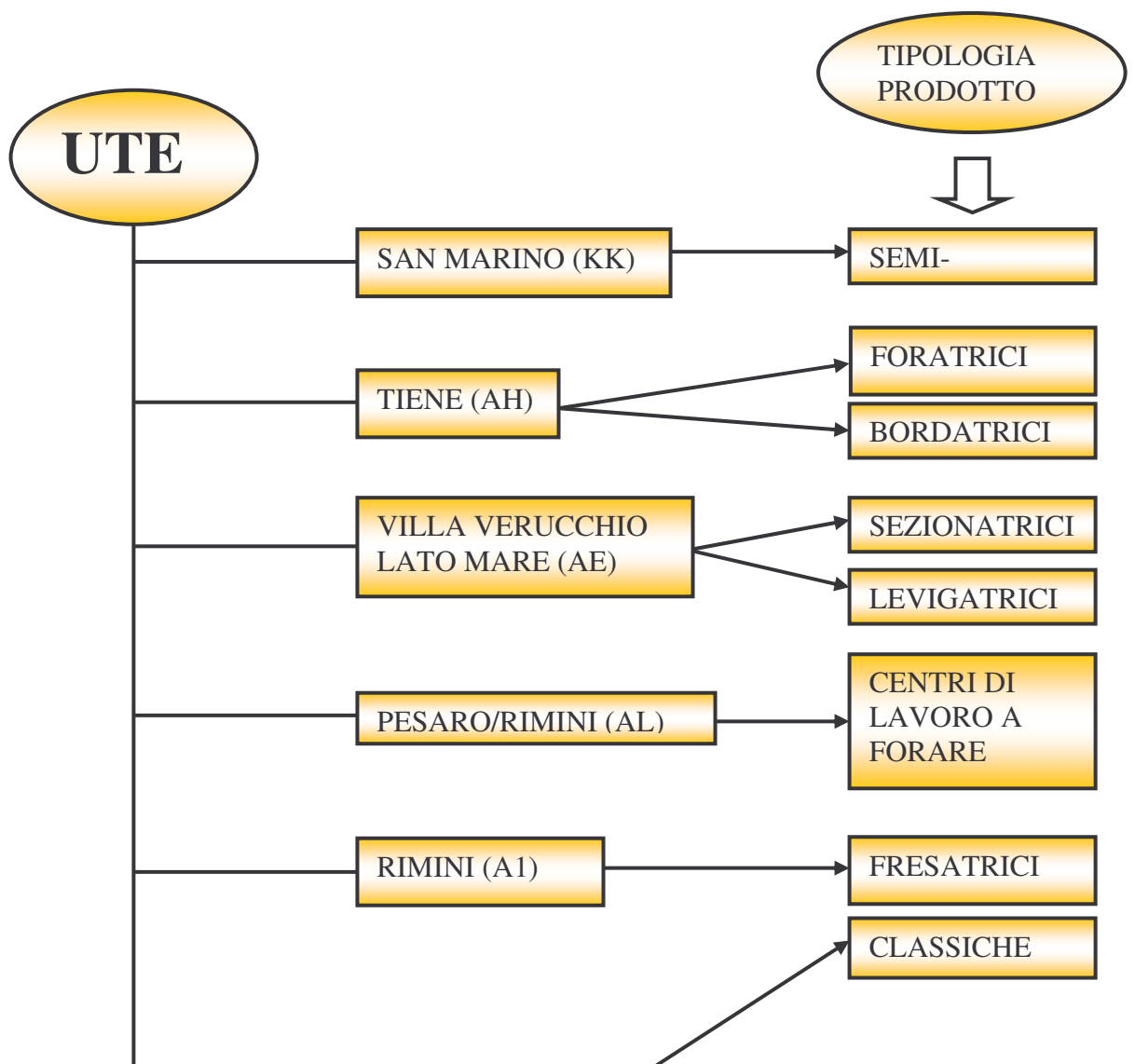
LO STATO "AS IS" DELLE PREVISIONI

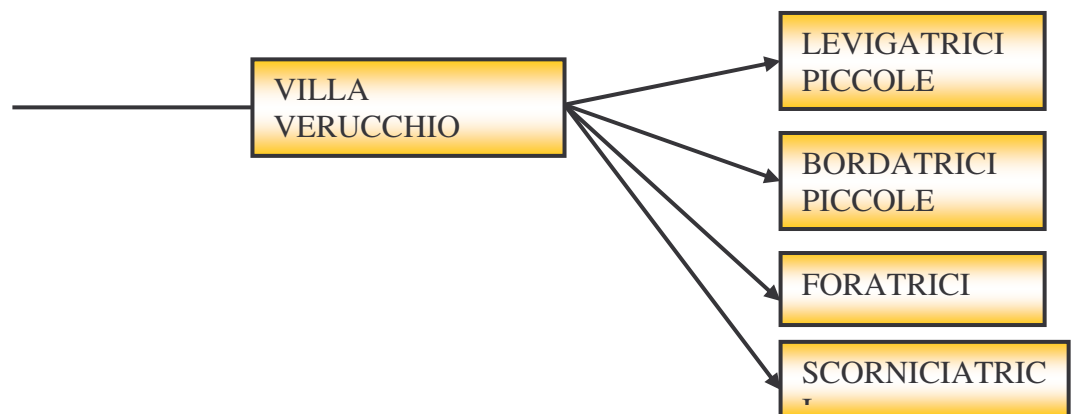
²⁸ cdm.unimo.it/home/.../DL_02_Previsione%20della%20domanda.pdf

IN SCM GROUP

2.1. PANORAMICA SULLA SITUAZIONE ATTUALE

Allo stato attuale delle cose le previsioni, per un orizzonte temporale di 4 mesi, vengono definite mediante incontri mensili chiamati “incontri previsionali” nei quali si incontrano i Business Unit Manager (BUM), la logistica, i programmatori della produzione ed eventualmente i responsabili delle UTE (unità tecnologiche dove si producono effettivamente le macchine) o quelli delle produzioni.





La descrizione di come avvengono le previsioni oggi è spiegata nei punti seguenti:

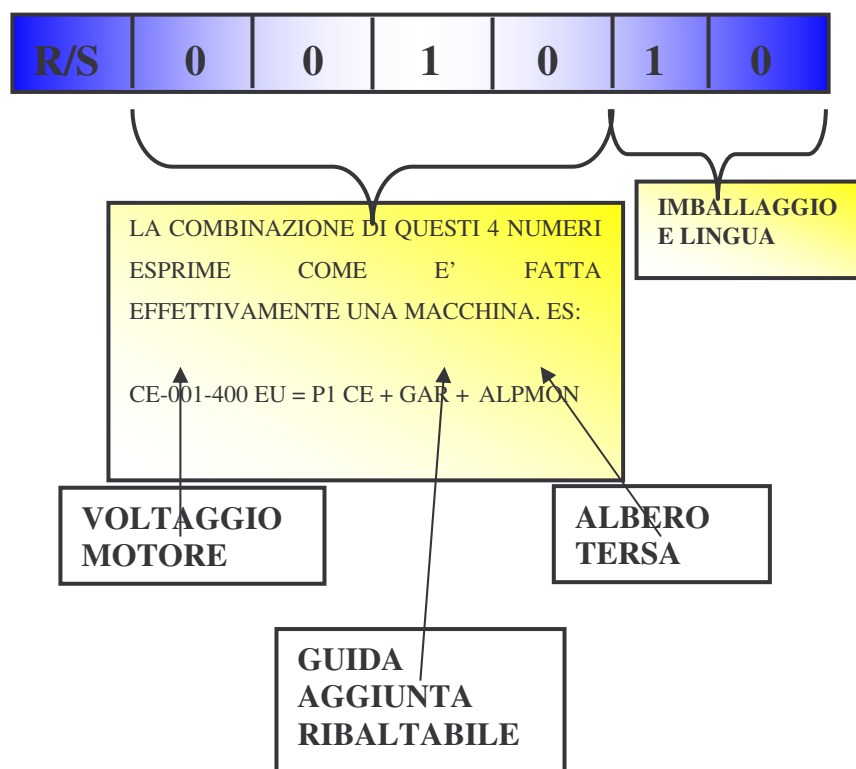
1) **Definizione Previsioni**

Negli incontri sopra indicati si definiscono le previsioni per i cosiddetti *mesi aperti*. Per le macchine della linea classiche, caratterizzate da volumi elevati ed elevata semplicità, il programmatore della produzione della UTE di riferimento per tali macchine, propone un mix con i relativi volumi, in base ai dati passati e in base alle loro esigenze. I commerciali rettificheranno o meno tale numero in base alle trattative potenziali o in essere o in base alle informazioni che riescono a captare dal mercato. Per le macchine con un grado di complessità maggiore (bordatrici, etc.) sono i BUM che definiscono i mix ed i volumi.

2) **Aggiornamento Piano Principale di Produzione**

A seguito dell'incontro, i programmatori introducono i numeri concordati, per il mese discusso (n+4), nel Piano Principale di Produzione (P.P.P.) aggiornandolo. Il P.P.P. è composto da una serie di *slot* che sono degli spazi produttivi, ognuno dei quali corrisponde ad una composizione (chiusura) di macchina e quindi nel piano questo si tradurrà in una serie di firmati *f* per ogni mese, cioè slot liberi. Ogni slot nel P.P.P. viene visto o con una *f* (firmato) o con una *r* (rilasciato) quando il firmato viene

effettivamente coperto da ordine. La chiusura è così composta: **R** o **S** + **6 cifre** di cui le ultime due sono la lingua e l'imballo, mentre le prime 4 esprimono effettivamente come è formata la macchina, cioè quali opzionali meccanici ed elettrici la compongono. Questo numero di 4 cifre è fornito dal configuratore in base agli opzionali che sono “flaggati” durante l'inserimento dell'ordine. **R** indica una macchina cosiddetta regolare poiché composta da opzionali tutti presenti a listino, mentre invece **S** indica una macchina cosiddetta speciale poiché è una macchina che contiene opzionali non ancora a listino o che richiede lavorazioni speciali ad hoc che necessitano di un preventivo di fattibilità tecnica e di una costificazione.



F (Firmato) = Modello + Composizione + Data Fabbisogno +
Quantità

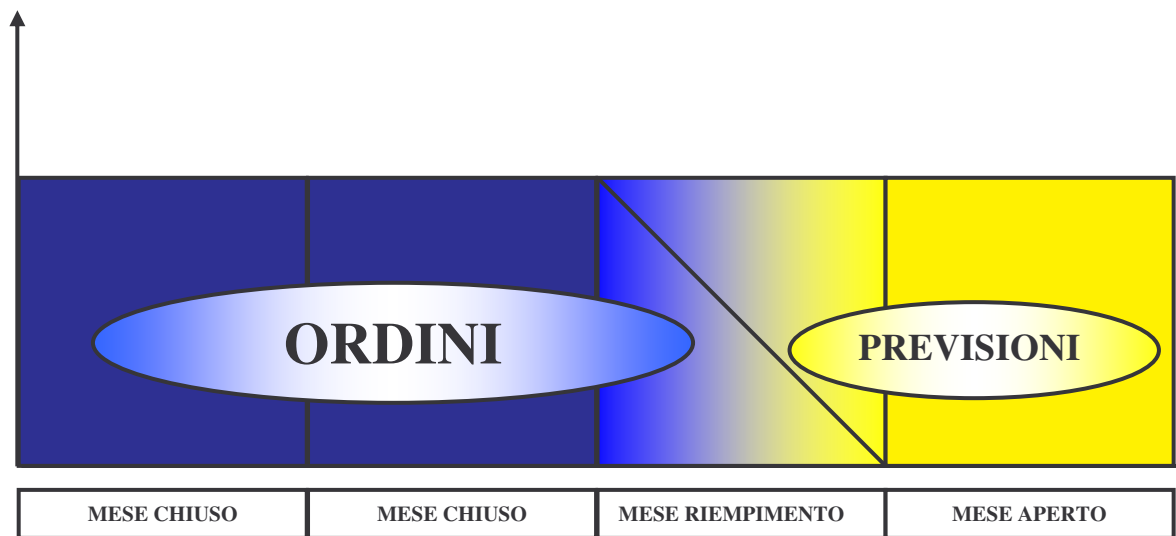
N.B. DUE MACCHINE DELLO STESSO MODELLO CHE HANNO UNA STESSA COMPOSIZIONE (STESSA R) SONO DUE MACCHINE IDENTICHE IN TUTTO E PER TUTTO.

3) Inserimento Ordini

Nei giorni successivi all'incontro inizieranno ad arrivare gli ordini per il mese appena discusso e la logistica commerciale andrà a coprire gli slot produttivi, impegnando le date disponibili più vicine compatibilmente con le esigenze di consegna. Le casistiche in cui può incorrere la logistica sono fondamentalmente 3:

- L'ordine copre perfettamente un fabbisogno f, cioè l'ordine combacia perfettamente con un firmato sul piano di produzione. A questo punto si crea un cartellino (matricola) con data consegna > data fabbisogno sul piano
- L'ordine non copre perfettamente un fabbisogno ma la logistica, dopo essersi confrontata con la produzione, decide che si può impegnare ugualmente tale slot libero e viene creata la matricola
- L'ordine è totalmente diverso dal firmato sul piano e quindi si inserisce l'ordine con lead time standard non coperto da previsionale
- La produzione “vede” tutti i cartellini nuovi “lanciati” dalla logistica in uno stato ** e solo quando effettivamente la produzione copre un fabbisogno f sul piano principale, lo stato della macchina passerà da ** ad uno stato di produzione (P o A) e nel P.P.P. il firmato corrispondente verrà cambiato in R (rilasciato).

N.b. Una regola tacita all'interno di SCM è che la logistica deve rispettare queste 3 regole mentre invece la produzione deve rispettare i lead time concordati precedentemente.



4) Bilanciamento dei previsionali

In base a come entrano gli ordini, il mix produttivo deciso inizialmente dal programmatore della produzione può essere cambiato di settimana in settimana, spostando degli f per ri - bilanciare il piano compensando gli errori previsionali.

5) Spostamento fabbisogni su Lead Time

Quando un mese viene chiuso, vale a dire quando il lead time di produzione necessario è superiore, se vi sono dei firmati non impegnati in quel mese, tali f sono spostati su quello successivo e non si fa ugualmente la macchina a meno di accordi fra la produzione ed i BUM per produrla comunque. Questo per essere in linea con la filosofia adottata da SCM: la *Lean Thinking*. *Si produce solo ciò che effettivamente richiesto, il resto è spreco.*

6) Approvvigionamento materiali

Ogni firmato sul piano principale ha una distinta di fabbisogni e certi materiali sono classificati in un modo e altri in maniera diversa. Una parte di questi viene approvvigionata (punto di riordino) indipendentemente dal fatto che vi sia un ordine effettivo poiché sono materiali usati su più macchine e quindi non vi è il rischio di saturare il magazzino di materie prime o semi/lavorati e di avere materiali che diventano obsoleti perché

rimangono a magazzino per un tempo eccessivo. Altri invece sono acquistati solo se il fabbisogno è effettivamente coperto da ordine perché in questo caso si parla di materiali che vengono montati solo a hoc su una specifica macchina. Altri ancora sono acquistati basandosi sul previsionale.

- Materiali acquistati a punto di riordino (es. alberi fissi, minuteria)
- Materiali acquistati a fabbisogno (es. centraline elettriche)
- Materiali acquistati su previsionale (es. basamenti, piani in ghisa)

7) Composizioni predisposte

Sono macchine le quali, dopo aver notato le composizioni più ricorrenti, vengono “*lanciate*” (si crea la matricola) proprio in queste composizioni senza un effettivo ordine, in uno stato d. Quindi la produzione acquista i materiali ma non li assembla fino a che non arriva un ordine vero e proprio. Si opziona solo la parte elettrica mentre la componentistica meccanica può essere decisa all’ultimo. Si possono creare composizioni diverse con opzionali meccanici diversi ma con la stessa parte elettrica.

Su previsione viene acquistato il 90 % del costo della macchina (la parte elettrica è già definita, la variabilità riguarda solo i componenti meccanica a basso lead time). Non si crea subito una composizione ma si lascia la possibilità di accorciare i tempi di consegna con la possibilità di modificare gli opzionali meccanici all’ultimo.

8) Modifica agli ordini di vendita

Ogni qualvolta che si debba modificare un ordine, per esempio per apportare delle modifiche alla composizione della macchina

(per un'urgenza o per uno sgancio) o alla data, in funzione dello stato d'avanzamento in cui si trova la macchina si potranno apportare solo determinate variazioni. Il tutto è sintetizzato da una tabella ove, in funzione dello stato in cui si trova la macchina, vengono espresse le modifiche che possono essere apportate rispettando i lead time.

I principali limiti che il sistema attuale presenta sono:

- Elevata manutenzione manuale con un dispendio eccessivo di tempo per il valore aggiunto creato
- Previsioni attendibili a livello di linea di prodotto, meno a livello più disaggregato

Nel futuro più prossimo, l'obiettivo è quello di adottare un software previsionale *Oracle Demantra Demand Management* che innanzitutto fornisca una previsione a livello di aggregato produttivo, concetto spiegato più avanti nell'elaborato. Una volta effettuato ciò, si scorpora questo numero (basandosi sul passato) in base alle varie aree geografiche e in base alle varie aree commerciali cosicché ogni Business Unit Manager (BUM) e precedentemente ogni Trade Sales Manager (TSM) possano confermare/rettificare tale numero fornito dall'algoritmo. Infine i numeri forniti dai TSM "risalgono" la gerarchia, vengono approvati dai BUM, ottenendo così un nuovo numero che rappresenterà proprio il "*one number*" usato per la pianificazione.

2.2 ANALISI ABC SUI PRODOTTI

Prima di effettuare la prova con il software *Oracle Demantra Demand Management*, abbiamo effettuato una prima prova di previsione utilizzando un software fornito ad un corso di previsione della domanda istituito dal MIP, chiamato FORECAST MIP. Nei seguenti punti verrà spiegato tale strumento.

1) Introduzione

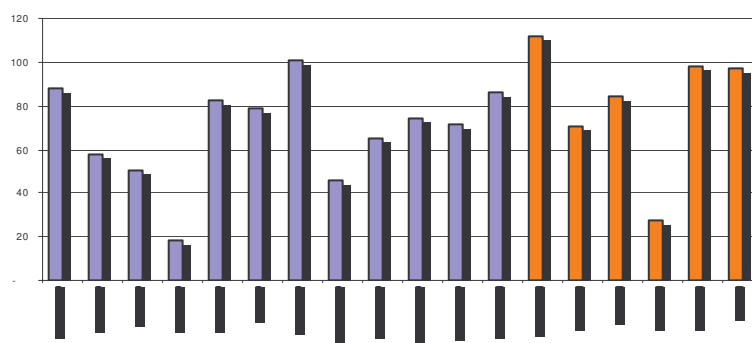
FORECAST MIP è un pacchetto di previsione che si compone di 8 fogli di lavoro, di cui solo 4 sono quelli da utilizzare.

ID	Anno	Mese	CLASSICHE	SI 300 CLASS	SI4000
INSERIRE SOLO 36 DATI !					
1	2005	febbraio	436	73	44
2	2005	marzo	488	122	70
3	2005	aprile	626	115	54
4	2005	maggio	629	131	61
5	2005	giugno	609	137	65
6	2005	luglio	444	82	40
7	2005	agosto	164	36	8
8	2005	settembre	570	126	54
9	2005	ottobre	533	121	48
10	2005	novembre	719	116	54

- **FOGLIO 1: Dati storici.** In questo foglio sono presenti, per ogni codice, i dati storici della domanda
- **FOGLIO 2: Principale.** Questo foglio rappresenta il cruscotto di lavoro del responsabile delle previsioni, in quanto consente di selezionare ad uno ad uno tutti gli articoli presenti nel Foglio 1, fare le previsioni, ottimizzare (eventualmente) i parametri di smorzamento (alfa, valore di default = 0,2), verificare l'accuratezza delle previsioni in % (MAPE), ed infine salvare le previsioni generate sul Foglio 4

MODELLO		PIALLE A FILO NOVA 5		ri		Scelta parametri	
Data attuale :	gennaio 2008			86		M. Brown	
Previsioni per :	febbraio 2010			111			0,05alfa
	marzo 2010			71			601MSE
	aprile 2010			84		M. Holt	
	maggio 2010			28			0,09alfa
	giugno 2010			98			606MSE
	luglio 2010			97		M. Winters	
	MAPE : 22%						0,86602340alfa
	□ □ 22						467MSE

- FOGLIO 3: **Grafico.** Qualora sia necessario capire il perché di un determinato risultato (ad esempio, MAPE molto alto), è possibile visualizzare l'andamento degli ultimi 12 mesi (consuntivo in blu) e le previsioni dei prossimi 6 mesi (in rosso).



- FOGLIO 4: **Risultati previsioni.** L'output di FORECAST MIP è questo foglio, contenente, per ciascun codice :
 - Le previsioni che sono state generate
 - Il nome del modello ottimale che è stato selezionato
 - Il valore del parametro alfa ottimale (che ha minimizzato l'MSE)

- Il valore dell'indice di accuratezza % delle previsioni (MAPE)
- La deviazione standard degli errori di previsione (SDE).
Quest'ultima rappresenta il punto di partenza per la determinazione delle scorte di sicurezza.

MESE	ANNO	PIALLE A FILO NOVA
gennaio	2008	86
febbraio	2010	111
marzo	2010	71
aprile	2010	84
maggio	2010	28
giugno	2010	98
luglio	2010	97
	Modello	Winters
	alfa	0,87
	MAPE :	22%
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	21,6

I rimanenti fogli (non numerati) contengono i 3 modelli di previsione (Brown, Holt, Winters) e il criterio di scelta del modello migliore (quest'ultimo avviene confrontando gli errori di previsione di ciascun modello con i dati a consuntivo della domanda negli ultimi 12 mesi sulla base del MSE).

2) Inserimento dati storici iniziali

Per prima cosa bisogna prelevare 36 dati storici ordinati cronologicamente e copiarli nel foglio 1. "Dati storici" nella prima riga di intestazione a partire dalla cella D1 e quindi controllare che siano esattamente 36 dati e che non vi siano dati nulli per evitare di incorrere in errori quando il software calcola i vari parametri.

3) Elaborazione previsioni

Dopo aver caricato il Foglio “1. Dati storici” con tutti e quanti i codici da prevedere (sino ad un massimo di 100 articoli), spostarsi sul foglio 2.”Principale”. A questo punto bisogna selezionare del menù a tendina il primo codice della lista. Non appena il codice viene visualizzato, il sistema aggiorna automaticamente gli algoritmi previsionali e genera le previsioni per i prossimi 6 mesi. Viene altresì riportato il valore del MAPE e della SDE degli errori. Queste previsioni vengono generate con i valori fissati del parametro di smorzamento esponenziale “alfa” pari di default a 0,2. Tuttavia, al fine di migliorare l’accuratezza, è opportuno utilizzare il risolutore di Excel per trovare i parametri ottimali “alfa” utilizzati dai 3 modelli (Brown, Holt, Winters), tali da minimizzare l’MSE degli errori. Per lanciare il risolutore, andare su Menù/Strumenti/Risolutore e a questo punto bisogna selezionare come cella obiettivo la cella contenente l’MSE da minimizzare e premere risolvi. Il risolutore cercherà, tra tutti i valori di alfa compresi tra 0,01 e 0,9 quell’unico valore per cui l’MSE risulta minimo.

NB : tutti i parametri del Risolutore sono già pre/impostati (sia il campo “Cambiando le celle” sia le condizioni di “vincolo”). Poiché i modelli di previsione sono 3, è necessario lanciare il Risolutore tre volte per minimizzare prima l’MSE del modello di Brown, poi Holt e poi Winters (l’ordine con cui vengono valutati sono ha rilevanza). In alternativa, è possibile modificare manualmente i valori di “alfa” per ciascun modello di previsione, modificando direttamente i valori nelle celle. A questo punto è possibile registrare le 6 previsioni elaborate per l’articolo selezionato nel foglio 4.”Risultati Previsioni”, unitamente al valore del MAPE, dello SDE, del nome del modello previsionale scelto e il parametro alfa utilizzato. Per questa operazione basta premere i tasti “**ctrl + r**” per lanciare la macro che copia i dati dal Foglio 2. “Principale” e li copia nel foglio 4.“Risultati previsioni”. La procedura di previsione finisce quando sono stati previsti tutti i codici inseriti nel foglio 1.“Dati storici”.

4) Inserimento di nuovi dati storici

Poiché FORECAST MIP lavora con una logica “rolling” mensile su 36 dati, è necessario eliminare i dati più vecchi (presenti nella terza colonna) e spostare le celle verso l’alto. Così facendo le serie storiche ritornano ad essere lunghe 36 dati e sono pronte per essere previste nuovamente.

Poiché il sistema cambia continuamente i valori di “alfa” dei tre modelli di previsioni per affrontare al meglio le serie storiche di tutti gli articoli, l’unico modo per sapere quale modello è stato utilizzato per prevedere un certo codice il mese precedente e con quale alfa , bisogna guardare il foglio “previsioni fatte al mese X” salvato in precedenza.

Tuttavia è consigliabile ricalcolare l’“alfa” ottimale ed il modello di previsione ed è quindi pertanto, per ciascun articolo, molto importante tenere una traccia del modello da utilizzare e dell’alfa che è stato fissato (contenute nel file “previsioni fatte al mese X”).

Procedura Operativa

Innanzitutto abbiamo estratto dal sistema i dati storici per quanto riguarda gli anni dal 2005 ad oggi per tutti i modelli.

Ecco di seguito la query in SQL usata per l’estrazione:

```
select to_char(a.dt_ord,'yyyy') anno, to_char(a.dt_ord,'mm') mese, a.cd_soc,
decode(a.cd_soc_costr,

        ' AB','Pucci',

        ' AA1','Sali',

        ' AE','Peroni',

        ' AL', 'Sali',
```

```

' KK','Tanzariello',

' AH','Sorgente',

a.cd_soc_costr) ,

a.cd_mercato,g.cd_iso3, g.ds_iso3, g.tb_mkt_bdg ,

k.ds_div, k.ds_bu, k.ds_marchio, k.ds_linea, h.tb_mod_sta,
h.cd_fam_sta, a.cd_art, substr(a.cd_comp,1,5),x.aggregato, count(*)

from sim.matord_mtorecl a,

sim.tb_prodotti_div k,

db.tb_modello_acmd h,

db.tb_nazio_Acst g ,

xxlgs_aggreg_previsionali x

where a.st_matr <> 'C'

and a.cd_soc = ' AB'

and to_char(a.dt_ord,'yyyy') = '2006' ---,'2007','2008','2009', '2010'

and k.ds_marchio = a.ds_marchio

```

```

and k.ds_linea = a.ds_area_bus

```

```

and h.cd_art= a.cd_art

```

```

and h.cd_soc = a.cd_soc

```

```

and g.tb_naz = a.tb_naz

```

```

and g.flg_naz_principale ='P'

```

```

and x.modello(+) = a.cd_art

```

```

group by to_char(a.dt_ord,'yyyy') , to_char(a.dt_ord,'mm') , a.cd_soc,
decode(a.cd_soc_costr,

' AB','Pucci',

' AA1','Sali',

' AE','Peroni',

' AL','Sali',

' KK','Tanzariello',

' AH','Sorgente',

a.cd_soc_costr) ,

a.cd_mercato,g.cd_iso3, g.ds_iso3, g.tb_mkt_bdg ,

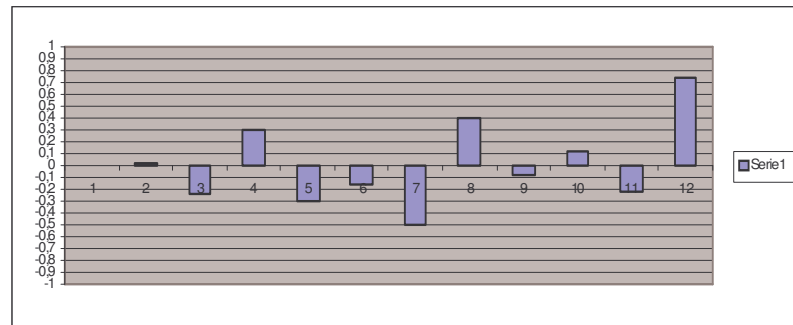
k.ds_div, k.ds_bu, k.ds_marchio, k.ds_linea, h.tb_mod_sta,
h.cd_fam_sta, a.cd_art, substr(a.cd_comp,1,5) , x.aggregato

```

Fatto ciò è stato indispensabile per prima cosa attuare una pulizia dei dati.

- 1) Per prima cosa abbiamo analizzato l'andamento passato delle vendite dei modelli più significativi (indicati dai responsabili della logistica) tramite un'analisi di autocorrelazione per evidenziare stagionalità e trend in modo così da scegliere in maniera più opportuna il modello previsionale con il quale effettuare le prove di previsione. Dopo un'attenta analisi si è notata una certa stagionalità per quasi tutti i modelli nel mese di Dicembre (considerazione ampiamente confermata all'interno di SCM) nonché un certo trend in crescita e quindi questo ci ha fatto scegliere come modello previsionale lo smorzamento esponenziale e più precisamente il modello di Winters. Ecco di

seguito l'esempio di un correlogramma (per le macchine classiche) che mostra una stagionalità marcata con passo $L=12$.



- 2) Molti modelli sono stati sostituiti, durante gli anni, da modelli equivalenti oppure alcuni non sono più commercializzati con quel marchio o non sono più prodotti in un quella UTE. Quindi nella tabella risultato ottenuta dall'estrazione in SQL, abbiamo aggiunto una colonna chiamata *codice articolo equivalente*.

Fatto ciò, abbiamo creato degli aggregati di macchine così da ottenere campioni significativi dal punto di vista statistico. Questo è stato possibile grazie all'aiuto dei Product Manager e dei Business Unit Manager. Eccoli di seguito elencati:

- 1) **Aggregato Produttivo:** è il livello di aggregazione significativo dal punto di vista produttivo. Infatti molti modelli diversi, dal punto di vista produttivo sono per lo più la stessa macchina e differiscono solo per alcune varianti tecniche come:
 - Larghezza piano di lavoro e n° gruppi
 - Dimensione e colore basamento

Infatti generalmente le macchine SCM hanno una struttura generale, cioè un piano di lavoro o basamento al quale sono collegati più gruppi di lavoro che vengono assemblati in base a come è stato costituito il piano di lavoro. Un esempio di aggregato produttivo è il seguente: F5200-F520 E CLASS-F520 NOVA-FORMULA F2. Queste 4 macchine (Pialle a Filo), che commercialmente sono completamente diverse in quanto sono vendute con 2 marchi diversi (formula e scm), dal lato produttivo sono la stessa macchina in quanto montano tutte un basamento lungo 5200 mm. Ed essendo il basamento il componente a più lungo lead time, quando effettuiamo le previsioni a 4 mesi, alla produzione interessa questo grado di dettaglio per dimensionarsi al meglio e garantirci quel certo numero di macchine che gli richiediamo.

2) Aggregato commerciale

In opposizione all'aggregato produttivo, questo raggruppamento ha valenza in ambito commerciale e la sua definizione è la seguente: "insieme di macchine omogenee per famiglia di prodotto e unità di commercializzazione". Per esempio il raggruppamento *Pialle a filo 410* contiene modelli che hanno lo stesso basamento ma in più vengono commercializzate con lo stesso marchio e quindi ha valenza per il commerciale. Quindi è un aggregato contenuto in quello produttivo

3) Tipologia

Questo aggregato invece comprende macchine che svolgono la stessa funzione, indipendentemente dal basamento. Per esempio il raggruppamento *FILLO* comprende modelli che asportano fino

ad un max di 8 mm di materiale, mentre invece lo *SPESSORE* comprende macchine che asportano fino a 150 mm.

Una volta terminate queste operazioni, in modo da avere in input i migliori dati possibili, tramite una tabella pivot, abbiamo estratto, per ogni livello, i dati storici per 36 mesi, da gennaio2005 a dicembre 2007. Abbiamo preso questo intervallo temporale poiché dopo la crisi iniziata ad ottobre 2008 i dati non possono essere più attendibili. Per prima cosa abbiamo fatto girare il software FORECAST MIP per i mesi di gennaio – febbraio - marzo del 2008, confrontati con l'effettivo a consuntivo. In seguito, per simulare un ottica rolling, abbiamo inserito nei dato storici il mese di gennaio 2008 e poi, dopo aver cancellato il primo valore del 2005, abbiamo lanciato il modello per verificare le previsioni di febbraio – marzo - aprile 2008 e confrontarle con il consuntivo e così via.

**LINEA
CLASSICHE**

	MESE	PREVISIONI 2008(MIP)	CONSU.	ERR %	ERR	ERR ^2	ERR	ET /D T
DICEMBRE	GEN	790	531					
	FEB	570	787					
	MAR	669	481	-39%	-188	35433	188	0,39
GENNAIO	FEB BIS	540	787					
	MAR	634	481					
	APR	623	699	11%	76	5835	76	0,11
FEBBRAIO	MAR BIS	599	481					
	APR BIS	588	699					
	MAG	649	688	6%	39	1530	39	0,06

ME	-18
MSE	9.661
DEV.STD	108
MAD	81
TRACKING SIGNAL	-1
MAPE	19

Di volta in volta prevediamo per i prossimi 3 mesi poiché in SCM attualmente funziona così:

Ipotizzando di essere al 25/9, ovviamente i mesi di settembre e ottobre sono già chiusi cioè tutti i firmati del piano principale di produzione sono già stati tutti rilasciati (agganciato un effettivo ordine), mentre novembre è chiuso al 80% e dicembre al 10%.

Quindi negli incontri previsionali il primo mese discusso è gennaio. Infatti considerando ottobre come l'ultimo mese chiuso, del quale abbiamo i valori effettivamente ordinati, ci interessano le previsioni di novembre – dicembre - gennaio, con novembre che ha ormai poco interesse, dicembre mese dove si attua il bilanciamento del mix produttivo cioè spostato degli f per centrare il mix e gennaio mese dove si decidono quante macchine inserire nel piano principale di produzione. Questo discorso vale per le macchine classiche e per le macchine con marchi minimax, mentre per le macchine cosiddette pannello, perché lavorano appunto i pannelli di legno, la situazione è leggermente diversa in quanto come mese chiuso si ha anche novembre e quindi si ha a disposizione un mese in più di dati dell'ordinato a consuntivo.

Inizialmente abbiamo deciso di compiere le previsioni prendendo come dati storici i dati con l'effettivo versato a magazzino in quanto, prevedendo con i dati sull'ordinato abbiamo riscontrato i seguenti problemi:

- Se produco una macchina per una fiera, successivamente a questa, la macchina verrà rivenduta ad un cliente con una data ordine che sarà diversa a quando ho effettivamente prodotto la macchina
- Se “sgancio” una macchina, cioè quando una macchina prodotta inizialmente per un cliente viene data ad un altro per problemi vari (mancato pagamento, mancato ritiro, etc.) come data dell'ordine a sistema viene inserita quella dell'ultimo cliente e quindi questa non corrisponde a quando effettivamente è stata prodotta.

Da questi ragionamenti si è quindi deciso di optare per i dati mensili sull'effettivo versato a magazzino la cui data a sistema è chiamata *DT_CARICO*. Per snocciolare tutte le casistiche presenti in SCM abbiamo pensato di usare queste due disuguaglianze:

1. Se $DT_ORDINE > DT_CARICO$ si prende la DT_CARICO (in caso di sganci, fiere, etc)
2. Se $DT_ORDINE < DT_CARICO$ si prende la $DT_SPED_RICHIESTA$, cioè la data in cui effettivamente si inserisce la macchina a magazzino pronta per essere spedita. Questo caso rappresenta la normalità nell'impresa.

Tutti i nostri ragionamenti sulla carta sono però stati radicalmente cambiati una volta che siamo andati ad analizzare le previsioni con questi dati in input. Infatti ci siamo accorti che usando i dati sul versato a magazzino si generano degli errori previsionali importanti. Dopo alcune riflessioni siamo arrivati alla conclusione che il motivo di ciò è dovuto al fatto che le produzioni, comunque sia, sono tarate per produrre più o meno lo stesso numero di macchine ogni mese, indipendentemente dall'andamento dell'ordinato, compensando picchi di richiesta assumendo lavoratori interinali o spalmando i picchi su più mesi, ma comunque variando di poco la loro massima capacità produttiva. E quindi in quei mesi ove il modello "sente" un certo trend crescente e fornisce un numero maggiore rispetto allo stesso mese dell'anno precedente, l'errore calcolato sarà abbastanza elevato dato che il numero effettivamente prodotto di macchine versate a magazzino dalle produzioni è più o meno livellato ogni mese e un picco in un mese è comunque limitato e non superiore ad un 3-5 %.

Quindi abbiamo siamo ritornati sui nostri passi e abbiamo fatto rigirare FORECAST MIP con i dati sull'ordinato.

Una volta calcolate le previsioni ai diversi livelli di aggregazione abbiamo raggiunto i seguenti risultati:

- Non è sempre verificato che all'aumentare della dimensione del campione l'errore previsionale è minore.

- L'errore complessivo non è molto elevato anche se, guardando in un'ottica per SCM, l'errore maggiore è sempre quello calcolato sul mese $n+4$ che è quello che maggiormente interessa
- Per tutti gli aggregati/modelli, si riscontrano dei picchi nel consuntivo dei mesi di febbraio ed aprile 2008 che non sono previsti dal software e che quindi aumentano l'errore previsionale. Questo è dovuto al fatto che inizialmente non è stata fatta una pulizia dei dati per quanto riguarda promozioni, azioni commerciali effettuate nel passato. Solo in seguito abbiamo ricavato dal sistema tutte le macchine che erano state vendute con extra sconti o con sconti promozionali e così abbiamo ottenuto previsioni ben più precise.

Un ragionamento che vale anche per il futuro quando si implementerà il software *Oracle Demantra Demand Management*, è il come si può tradurre una previsione per un certo aggregato in un numero per il piano principale di produzione. Per far ciò giocano un ruolo cruciale le cosiddette *discriminanti tecniche* che forniscono un criterio per esplodere la previsione aggregata ad un livello più dettagliato in modo tale da renderla significativa per il piano di produzione. (vedi grafico).

	Livello di aggregazione del Prodotto			
Composizione	B A	B A	B A	
Modello	M M	B M	B M	
Linea di Prodotto	A B	M B	B B	
	Mondo	Area Geografica	Rete Distributiva	Livello di aggregazione del Mercato

B = Bassa
A = Alta
M = Media



Numerosità del campione

Attinenza con il PPP

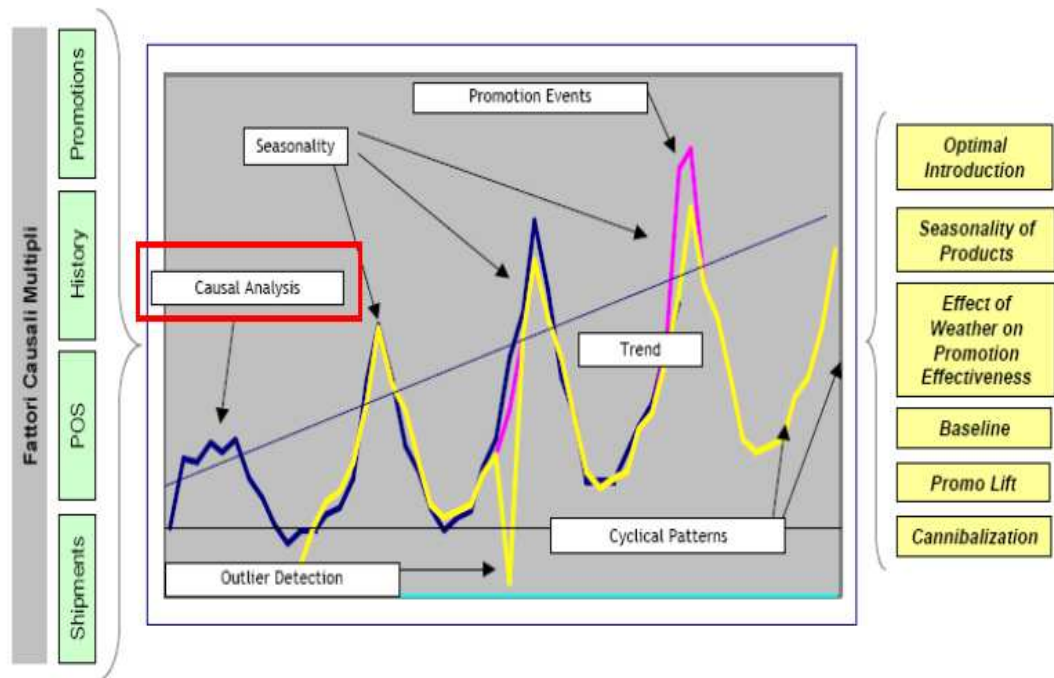
CAPITOLO 3

SOTWARE PREVISIONALE “ORACLE DEMANTRA DEMAND MANAGEMENT”

3.1. BREVE ILLUSTRAZIONE

Il primo punto da analizzare è il modello usato dal software per compiere la previsioni.

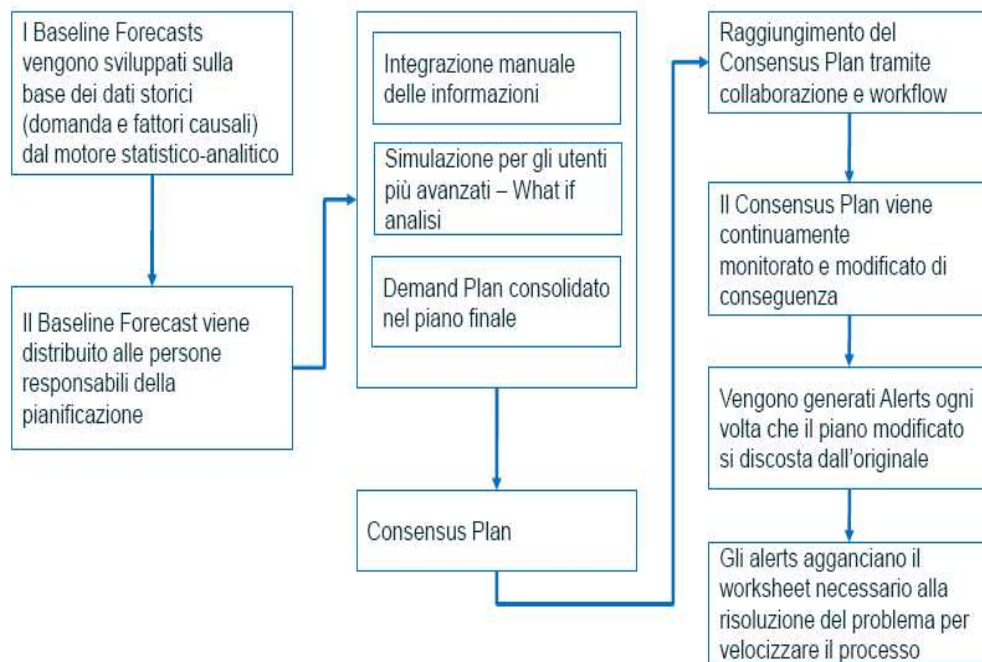
Il software utilizza il modello Bayesian-Markov che si basa nel selezionare automaticamente il modello che meglio prevede la serie storica fornita in input. Include fattori multipli di influenza come stagionalità, trend, “outliers”, decomposizione dei lift promozionali ed inoltre può incorporare informazioni qualitative e quantitative esterne come meteo, driver di mercato, indicatori di evento ed altri. Inoltre per aumentare l’accuratezza della previsione questo modello permette di selezionare automaticamente il livello a cui compiere la previsione.



I fattori casuali possono essere distinti in due categorie:

1. **Globali** (meteo, etc)
2. **Locali** (eventi, promozioni, lanci)

PROCESSO DI PREVISIONE



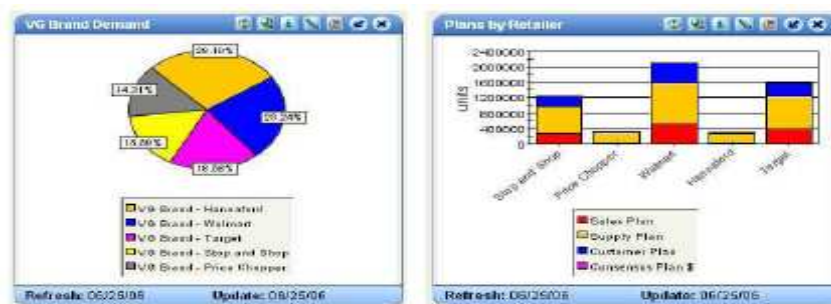
Il punto di lancio di Demantra è il *Collaborator Workbench* ovvero l'“interfaccia iniziale di lavoro degli utenti che consente di visualizzare ed accedere ai propri tasks e worksheets.

Il *Collaborator Workbench* è composto da diverse sezioni, a seconda delle personalizzazioni fatte dall'utente:

1. **My Tasks** – Riporta in tempo reale i *tasks* dell'utente, che possono essere inseriti dall'utente stesso oppure inviati da un altro utente del collaboration group oppure generati automaticamente da un *workflow*, sotto forma di *work flow tasks* o *exception alerts*. I task solitamente contengono link a *worksheet*, ma possono contenere anche messaggi, link a siti web e allegati
2. **My Worksheet** – Contiene una lista di *worksheet* che l'utente può aprire

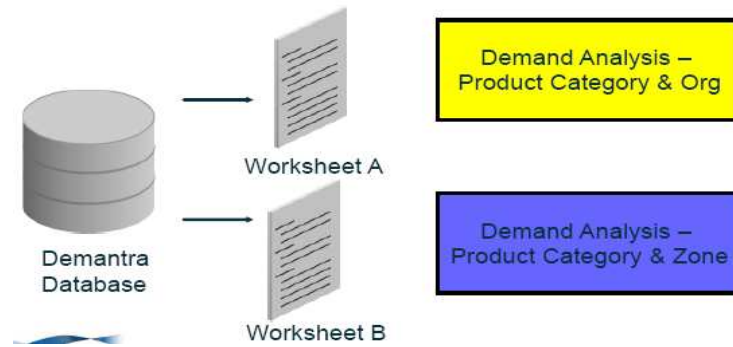
My Worksheets		
Name	Description	Send as Task
Planning Environment	The main planning screen for a selection	Send
TPM: Quota & Fund Entry: Top-Down	Enter fund rates, fixed funds, and sales quotas. Top-Down for the fiscal year.	Send
TPM: Quota & Fund Entry: Bottom-Up	Enter fund rates, fixed funds, and sales quotas. Bottom-Up for the fiscal year.	Send
Volume Tracking	Volume report comparing last years sales, this years plan and shipments.	Send
PMO: Promotion History	Analytical evaluation of historical promotions for a selection	Send
Last Refresh: 05/23/06 07:23:03 PM		

3. **Who's online** – Mostra se gli utenti che appartengono allo stesso *collaboration group* dell'utente loggato sono on line o off line. L'utente può poi inviare una e mail agli utenti che risultano on line
4. **Riquadri personalizzabili** - Sono riquadri in cui l'utente può visualizzare graficamente i dati del worksheet e condividere questi dati con altri utenti. I dati possono essere visualizzati sotto forma di tabelle, grafici, *KPI*



WORKSHEET

Sono la principale interfaccia utente di Demantra e più precisamente un *worksheet* è un ambiente di lavoro personalizzabile in cui gli utenti possono inserire, modificare e visualizzare i dati. Quindi una soluzione Demantra può essere quindi vista come un insieme di *worksheet*, creati sulla base delle esigenze di business degli utenti.



I **worksheet** sono sostanzialmente dei *report* che raccolgono informazioni sulle previsioni:

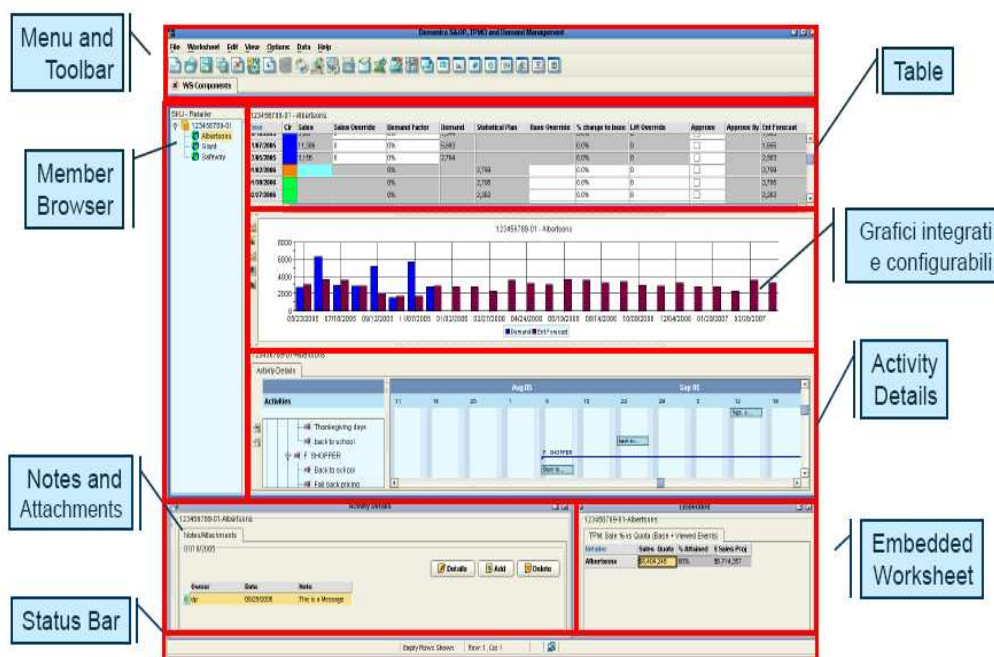
- In blu le righe relative ai dati passati
- In arancione i dati attuali
- In verde il piano statistico elaborato per i periodi futuri

Per le diverse celle è possibile editare il contenuto e inserire una **nota** per descrivere il cambiamento effettuato ed è inoltre possibile consultare *l'audit trail* che tiene traccia di tutti i cambiamenti effettuati: da chi sono stati fatti, quando e il tipo di cambiamento effettuato.

Un *worksheet* può essere personalizzato scegliendo quale serie di dati considerare, a quale livello visualizzare i dati (livelli di aggregazione, filtri sui dati), il livello di aggregazione temporale ed il layout del *worksheet*.

Un *worksheet* può essere reso pubblico (però le modifiche possono essere apportate solo dall'amministratore) o privato.

Per configurare un *worksheet* si usa il *worksheet wizard* che permette di impostare diverse cose (la definizione generale, le serie utilizzate, il livello di aggregazione, etc).

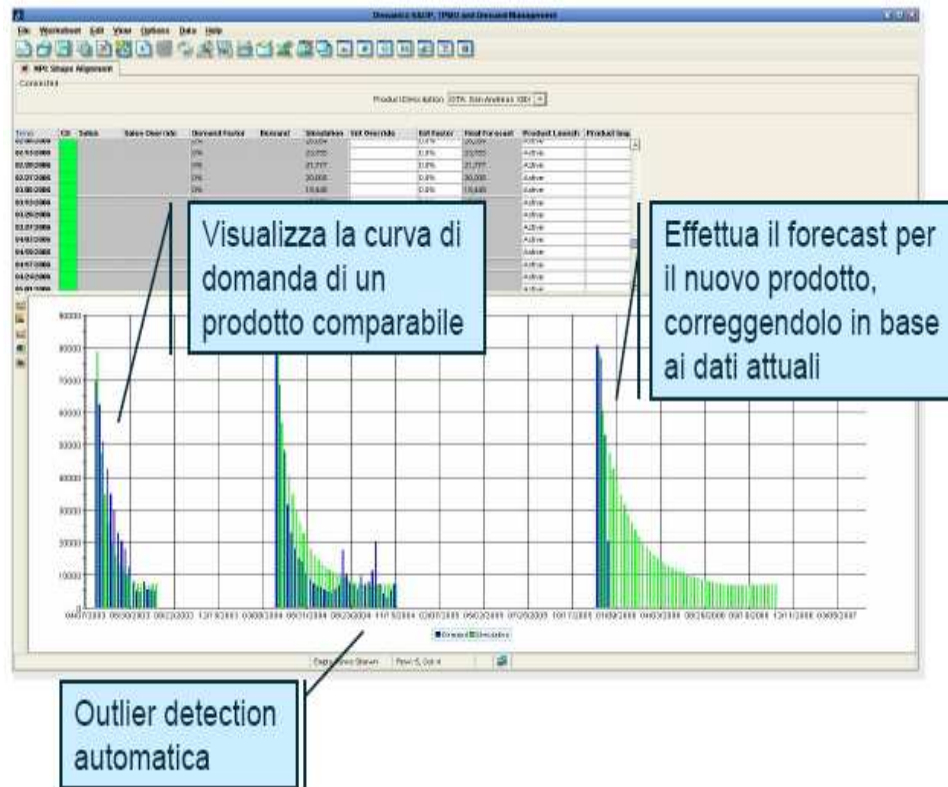


SVILUPPARE IL “CONSENSUS PLAN”

Ognuno dei partecipanti al *consensus plan* può configurare la propria visione a seconda del proprio ruolo. Vengono mostrate quali sono le informazioni di input e da quale area provengono e per ogni input è possibile rivedere la sua precisione storica; molto importante per la scelta di come effettuare le *forecast*.

INTRODUZIONE DI NUOVI PRODOTTI

Proprio nel periodo in cui ho svolto la tesi in SCM ho assistito all'introduzione di diversi nuovi modelli come la bordatrice K400R o la sezionatrice CYFLEX H800. Per questi prodotti, purtroppo, non si hanno dati storici ed allora si ipotizza che questi abbiano un andamento comparabile con quello di prodotti esistenti e quindi il sistema simula in real-time la curva di domanda per il nuovo prodotto, ed infine esegue il *forecast* del nuovo prodotto correggendolo in base ai dati attuali.



BUSINESS MODELER

E' lo strumento utilizzato per configurare Demantra per quanto riguarda:

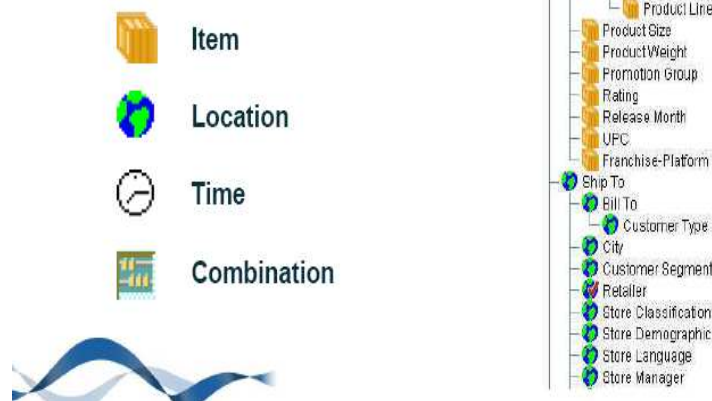
- Il modello dati alla base di Demantra
- Gli elementi utilizzati nei *worksheet*: livelli, serie, unità di misura, indici e *exchangerates*
- I metodi
- I componenti e gli utenti
- Le regole per l'integrazione
- I diversi parametri

- Le regole di sicurezza

Un concetto chiave di Demantra è che “*fitta*” al meglio con le esigenze del Gruppo SCM sono i Livelli che controllano come i dati sono organizzati ed aggregati.

Concettualmente il modello dati è costituito da diverse gerarchie ed ogni gerarchia è composta da diversi livelli ed ogni livello, a sua volta, è composto da diversi membri. I dati possono essere visti e manipolati allo strato dei livelli bypassando le gerarchie.

- Tipi di livelli:



COMBINATION

Ogni coppia *item-location* è chiamata *combination* e sono centrali in Demantra. Indipendentemente dal livello di aggregazione a cui si è scelto di visualizzare i dati, questi vengono mostrati nei worksheets divisi in *combinations* cosicché si hanno informazioni su cosa, dove, quando è stato venduto o si prevede di vendere. Capita spesso che un certo item non sia venduto in una location e quindi Demantra memorizza solo le *combinations* in cui esistono dati di vendita.

SERIE

Un altro concetto chiave in Demantra sono le serie.

1. Tipi di serie

1.1 A seconda del formato dei dati:

-Numeriche

-Stringhe

-Date

1.2 A seconda della provenienza dei dati:

- Calcolate: I dati della serie sono calcolati dal sistema a partire da altre serie (celle non modificabili , colore grigio).

-Importate: I dati della serie sono importati (celle non modificabili , colore azzurro).

-User-input: I dati della serie sono inseriti manualmente dall'utente (celle modificabili , colore bianco).

1.3 A seconda del tipo di dati:

-SalesSeries: Datitime-dependent, per ogni combinazione item-location

-MatrixSeries: Datitime-independent, per ogni combinazione item – location

2. *Expressions*

2.1 Server expressions: Controllano come i dati sono prelevati dal database

2.2 Client expressions: Formule alla base delle serie calcolate, che quindi determinano i valori per queste serie

3. *Livello di aggregazione*

Tramite le serie è possibile visualizzare i dati ad ogni livello di aggregazione.

3.1 Aggregating data: Demantra memorizza i dati nel DB al più basso livello di aggregazione possibile, ed è in grado poi di visualizzare i dati nel worksheet al livello di aggregazione desiderato aggregando i dati.

3.2 Disaggregating data: Quando, in una serie, l'utente inserisce un dato aggregato, questo deve essere disaggregato per essere memorizzato al più basso livello di aggregazione possibile. L'allocazione dei dati al livello inferiore viene fatta automaticamente da Demantra sulla base di determinate regole di proporzione. La regola più usata effettua l'allocazione basandosi sul forecast. Le regole di proporzione possono essere configurate a seconda delle necessità.

Esempio di calcolo proporzionale: In questo esempio Demantra ripartisce i dati inseriti a livello aggregato sui livelli inferiori utilizzando la serie Forecast come base per il calcolo proporzionale.

Date	Organization	Item	Forecast Series	Proportion for this item:
1/1/2006	TST:D1:Singapore Distribution Center	AS65101	50	$50/250=.2$
		AS65102	90	$90/250=.36$
		AS65103	110	$110/250=.44$
	TST:D2:Seattle Distribution Center	AS65101	58	$58/263=.22$
		AS65102	100	$100/263=.38$
		AS65103	105	$105/263=.4$

Ipotizziamo di inserire nella serie budget per la combinazione Hand Held Computer –Singapore Distribution Center un valore di 1000.

Demantra alloca il valore inserito a livello di Hand Held Computer sui 3 items sottostanti in questo modo:

Organization	Item	Forecast Series	Proportion	Budget Series
TST:D1:Singapore Distribution Center	AS65101	50	.20	.2 * 1000 = 200
	AS65102	90	.36	.36 * 1000 = 360
	AS65103	110	.44	.44 * 1000 = 440

WORKFLOW

Un workflow è costituito da un insieme di steps, connessi secondo un certo ordine logico. Demantra mette a disposizione degli utenti alcuni workflow predefiniti, per gestire:

-Il processo di approvazione del forecast

-L' integrazione con EBS

-L' integrazione con E1

Inoltre, è possibile definire e gestire workflows personalizzati tramite il Workflow Manager di Demantra (web-based).

La creazione di un nuovo workflow si basa sull'utilizzo di steps preconfigurati e parametrizzabili.

Quando si crea o si modifica uno schema di un workflow, il Workflow Manager visualizza gli steps disponibili per la creazione del workflow:

- Integration Steps

- Logic Steps

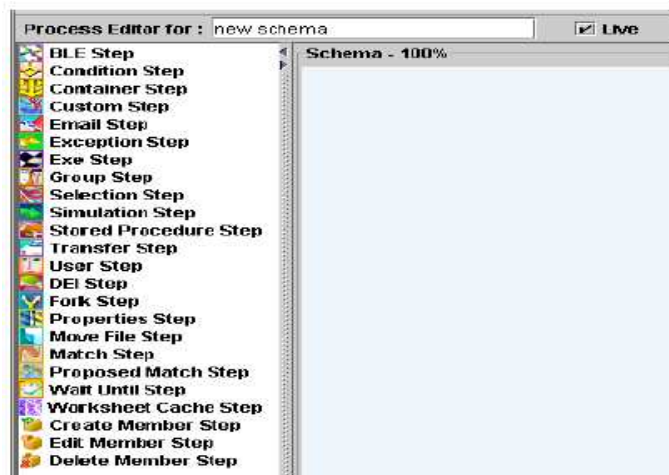
- External Events Steps

- Task and Email Steps

- Managing Members Steps

- Database Steps

-Custom Step (Java™)



Un *workflow* può essere attivato in diversi modi:

- **Schedulato:** Si attiva ad intervalli regolari in base a come è stato programmato.

- **Una tantum:** Viene avviato dall'utente a seconda delle necessità.

- **Attivato da un metodo:** L'utente attiva un metodo da un worksheet il quale, a sua volta, richiama l'esecuzione di un workflow adesso collegato.

Esistono diversi tipi di workflow:

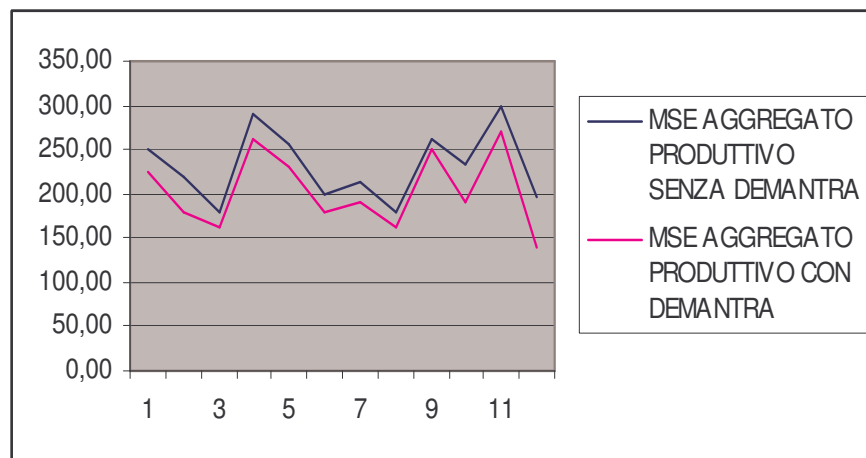
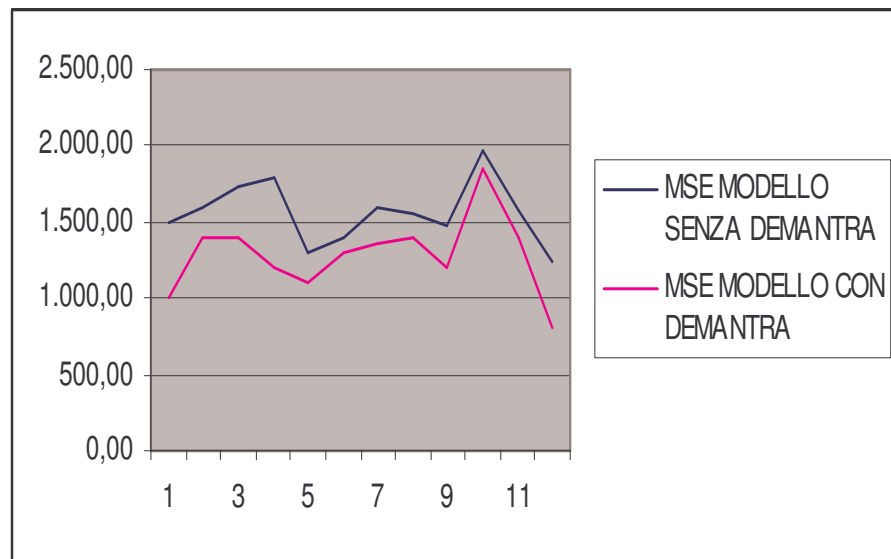
- **Completamente automatizzato:** Non richiede l'intervento dell'utente
- **Parzialmente automatizzato:** Richiede l'intervento dell'utente. In questo caso il workflow inserisce un nuovo task nella sezione My tasks del Collaborator Workbench.

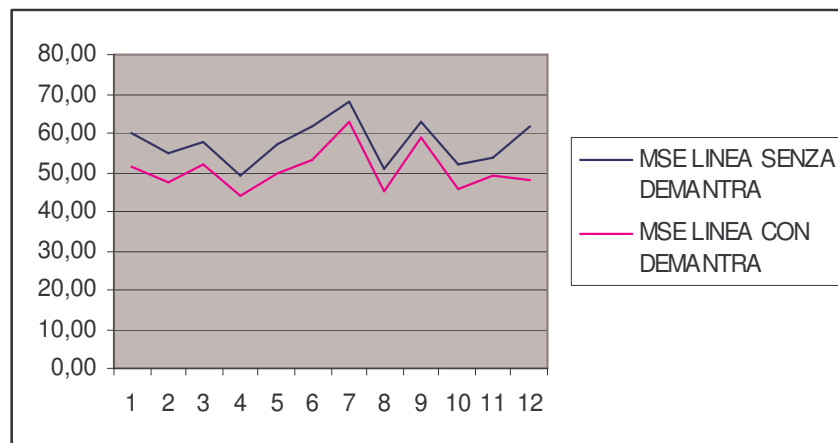
3.2. RISULTATI OTTENUTI

Gli obiettivi che speravamo di ottenere implementando Demantra erano:

1. Avere una previsione più attendibile e precisa grazie all'utilizzo del modello bayesiano- markov. Questo è stato raggiunto a pieno per quasi tutti i modelli ma soprattutto per gli aggregati dove abbiamo assistito ad una drastica diminuzione di tutti i parametri d'errore. Di seguito mostriamo i grafici dell'andamento degli errori (MSE) con e senza Demantra per la linea classiche, per l'aggregato produttivo denominato FILO e per il modello F 520 E CLASS. Ricordiamo che:

$$MSE = \sum_n (E_t^2) / N$$





Quindi possiamo affermare che mediamente si è arrivati ad un calo di circa il 20% del MSE, con un calo più marcato per quanto riguarda l'aggregato produttivo.

2. Un altro aspetto chiave che ci era stato promesso era quello di far sì che ognuno all'interno dell'azienda potesse entrare al suo livello di conoscenza. Questo è confermato per quanto riguarda i livelli più disaggregati a partire dal modello in quanto di default Demantra ha come livello di aggregazione massimo il modello (item). Quindi il software offre dei livelli al di sotto del modello che sono facilmente configurabili mentre per creare livelli più aggregati (es. aggregato produttivo) è stato necessario compiere un percorso più articolato.

Innanzitutto è bene spiegare come avviene l'alimentazione di dati in Demantra. Questo software non legge, in input, i dati direttamente da EBS che è l'ERP di Oracle utilizzato in Scm, ma da un'altra istanza di Oracle chiamata APS che è collegata alla pianificazione di produzione.

I dati da EBS a APS viaggiano grazie a programmi chiamati "*collections*" ed oltretutto il collegamento non è diretto ma avviene passando attraverso delle tabelle di appoggio chiamate "*staging table*".

Quindi per passargli in input i dati abbiamo due strade:

1. Costruire un file esterno

2. Partendo da EBS

Sebbene l'ipotesi di costruire un file esterno con le aggregazioni da noi create poteva sembrare più semplice e veloce abbiamo optato per costruire innanzitutto le aggregazioni su EBS e solo in seguito, con i passaggi sopra descritti, esportarle in Demantra. Questa scelta è stata dettata dal fatto che così facendo i dati si aggiornano automaticamente senza dover andare, di volta in volta, ad effettuare l'update.

Una volta effettuato ciò abbiamo creato i nostri *worksheets* in modo tale che ad ogni BU (Business Unit) manager venisse visualizzata la previsione per il suo mercato di riferimento cosicchè lui potesse confermarla o rettificarla, in base alla responsabilità che l'amministratore di sistema aveva loro concesso in fase di definizione per ogni utente. A questo punto tali previsioni confluiscono al direttore di BU che approva o meno tale numero. Ad ogni BU manager, Demantra offre la possibilità di visualizzare la precisione delle loro previsioni nei periodi passati e l'andamento di una loro promozione "lanciata" in un determinato mercato. Così facendo i commerciali hanno un continuo feedback sulle loro azioni passate.

Questa suddivisione in livelli è particolarmente utile anche per la gestione delle filiali, alle quali si possono fornire solamente i dati sull'andamento della loro domanda, cosicchè poi possano effettuare delle loro previsioni per minimizzare gli ordini a stock che oggi giorno sono molto numerosi e che incidono sul magazzino finale a livello di gruppo.

Ma la possibilità di divisione in livelli è molto utile anche per la funzione produzione alla quale Demantra fornisce le percentuali di ricorrenza con le quali un particolare opzionale si è presentato su una determinata macchina. Così facendo il valore di previsione fornito dal software a livello di aggregato o a livello di modello viene già automaticamente ripartito utilizzando le percentuali prima indicate.

Demand Management												
File Worksheet Edit View Options Data Help												
CTO: Item Demand by BOM and Week plus Ping Pcts (Crosstab)												
TST.M2 Boston Manufacturing - HFAT000												
Time	Series	Ping Pct Existing	Ping Pct History	Ping Pct Exception	Ping Pct Override	Final Ping Pct	Ping Pct Choice	Forecast Dependent Demand	Forecast Dependent Demand Override	Final Forecast Dependent Demand	Consensus Forecast	
Item												
10/26/09	Vision Heavy Loader						Existing				30	
	Attachments	40%	50%	10%		50.00%	History	15		15	0	
	Ore Blade	10%	6.853%	3%		6.85%	Existing	1		1	0	
	Snowplow Blade	35%	43.909%	9%		43.91%	History	7		7	0	
	Blade Hydraulics	100%	100%	0%		100.00%	History	30		30	0	
	Kit1 - Hydraulics	30%	44.67%	15%		44.67%	History	13		13	0	
	Kit2 - Hydraulics	30%	25.254%	5%		25.25%	History	7		7	0	
	Kit3 - Hydraulics	30%	9.898%	20%		9.90%	History	3		3	0	
	Kit4 - Hydraulics	10%	9.898%	0%		9.90%	History	3		3	0	
	Blade	100%	100%	0%		100.00%	History	30		30	0	
	Heavy Duty Blade	15%	9.898%	5%		9.90%	History	3		3	0	
	Straight Blade	5%	20.051%	15%		20.05%	History	6		6	0	
	Universal Blade	80%	69.797%	10%		69.80%	History	21		21	0	
	Engine Model	100%	100%	0%		100.00%	History	30		30	0	
	Engine Option Class	100%	100%	0%		100.00%	History	30		30	0	
	375HP Engine	50%	20.051%	30%		20.05%	History	6		6	0	
	500HP Engine	35%	30.203%	5%		30.20%	History	9		9	0	
	650HP Engine	10%	30.203%	20%		30.20%	History	9		9	0	
	800HP Engine	5%	20.051%	15%		20.05%	History	6		6	0	
	Power Take Off Option Class	100%	100%	0%		100.00%	History	30		30	0	
	Front Power Take Off (PTO)	10%	25.254%	15%		25.25%	History	7		7	0	
	Rear Power Take Off (PTO)	45%	74.746%	30%		74.75%	History	22		22	0	
	Starter Option Class	40%	100%	60%		100.00%	History	30		30	0	
	12V Starter	50%	9.898%	40%		9.90%	History	3		3	0	
	24V Starter	35%	39.975%	5%		39.97%	History	12		12	0	
	36V Starter	15%	50%	35%		50.00%	History	15		15	0	
	Transmission	100%	100%	0%		100.00%	History	30		30	0	

3. Infine un ulteriore vantaggio ampiamente confermato da Demantra è stato quello di aumentare esponenzialmente la possibilità di prevedere fiere, promozioni, etc. Infatti per prima cosa abbiamo aggiornato i dati storici inserendo una nota ogni volta che è stata lanciata una promozione o vi è stata una fiera. Abbiamo quindi ripulito il dato storico di una percentuale decisa con i commerciali. Per il futuro, il sistema avverte con un alert i vari commerciali informandogli che in quel mese per quel mercato l'anno passato era stata lanciata una promozione; in questo modo ognuno di essi potrà verificare la "win probability" di ognuna di esse e decidere se e quanto rettificare il valore di previsione nel caso in cui avesse deciso di riproporre la promozione anche per l'anno corrente.

4. Per concludere è bene citare un risultato direttamente connesso con l'implementazione di questo modello previsionale: la riduzione del magazzino materie prime e prodotti finiti.

Da un continuo feed-back con le produzioni è stato possibile registrare nell'ultimo periodo un calo del 3,5 % del magazzino materie prime in quanto le previsioni, ora, sono fornite a livello di dettaglio massimo, aiutando così le produzioni ad ordinare il materiale che effettivamente verrà assemblato. Ma il risultato più eclatante è stato un calo di circa il 6 % del magazzino prodotti finiti in quanto in una realtà come SCM, quando una macchina è in ritardo rischia di bloccare la spedizione di altre macchine presenti nello stesso ordine, nonché il ritiro di esse da parte del cliente. Ecco che aumentando la puntualità di consegna, le macchine a magazzino a causa di ritardi di produzione sono calate drasticamente.

CONCLUSIONI

Come descritto abbondantemente nei capitoli precedenti, gli obiettivi che ci eravamo prefissati e che sono stati raggiunti sono stati:

1. Previsione maggiormente precisa, a tutti i livelli di aggregazione
2. Coinvolgimento delle varie funzioni aziendali
3. Riuscire a prevedere le azioni speciali (fiere, promozioni)
4. Ridurre lo stock di materie prime e prodotto finito

L'utilizzo di Demantra è stato fondamentale per riuscire a realizzare questo modello previsionale in una realtà complicata come SCM e nella quale diversi tentativi passati non erano andati a buon fine. Per realizzare ciò è stato necessario avere un controllo completo di tutte le possibili casistiche presenti all'interno dell'impresa e che non sono subito rintracciabili.

Infatti gli stabilimenti produttivi richiedono un livello di dettaglio tale che solo un software strutturato ed integrato con la nostra realtà poteva fornirci. Infatti il numero di modelli è elevatissimo, per non parlare delle possibili configurazioni in cui possono essere vendute le macchine. Ecco perché era necessario avere una previsione attendibile a livello più disaggregato, così da andare incontro alle esigenze della produzione che si deve regolare di conseguenza con i fornitori e possa quindi garantirci le macchine nei tempi concordati, evitando scomodi ritardi.

Ma per avere una fotografia esatta del mercato e di che cosa vorrà nel futuro è stato indispensabile coinvolgere tutti gli Area Manager e i Business Unit Manager che sono quelli a più stretto contatto con i clienti e che quindi sono gli unici che hanno una panoramica completa e corretta del mercato. Ma come si può capire, mettere in relazione le produzioni con l'area commerciale è un compito arduo sia per le diverse conoscenze che per attriti inevitabili. Ecco che la logistica, dove ho realizzato la tesi, è stata la funzione "cuscinetto" che ha permesso la comunicazione tra le due parti nonché coniugare le diverse esigenze. Fondamentale è stata la creazione dei due diversi aggregati di modelli (produttivo e commerciale) che potessero avere una valenza diversa a seconda dell'interlocutore.

Un ulteriore aspetto chiave che è stato risolto è stato quello di essere riusciti a tener traccia di tutte le fiere, promozioni effettuate storicamente e le loro "win probability". Così facendo ogni commerciale può avere sotto controllo le azioni speciali da lui intraprese e il loro successo; è chiaro, quindi, che avendo questo background, riusciranno a porre in essere delle azioni maggiormente precise e dettagliate per il futuro.

Infine è bene far notare come un risultato connesso con l'implementazione di questo modello previsionale sia stato una riduzione del magazzino di materie

prime e soprattutto di quello prodotti finiti (-6%), conseguendo un considerevole vantaggio economico a livello di gruppo.

PENSIERI FINALI

Giunto al termine di questo percorso non posso che affermare che il lavoro è stato lungo, complicato e soprattutto pieno di difficoltà impreviste che non avrei mai immaginato di incontrare all'inizio di tutto. L'affermazione "la teoria è una cosa, la pratica un'altra" è quanto mai calzante per quanto mi è accaduto in quanto il mondo reale presenta tante piccole insidie, sfaccettature che ti fanno perdere tempo nel cercare di trovare la soluzione che meglio si adatti al contesto aziendale. Nessuno di questi problemi si sono rivelati insuperabili ma in ogni caso è servito uno sforzo intenso, nonché un dispendio oneroso di tempo e risorse. Per quanto riguarda gli aspetti prettamente collegati al mio elaborato posso dire che Demantra è uno strumento molto potente ma che ha bisogno ancora oggi di molte risorse per poter essere customizzato in maniera ottimale così da rappresentare il presente ed il futuro in SCM e possa aumentare le prestazioni dell'azienda in termini di puntualità di consegna, di livello di servizio offerto al cliente e tanto altro ancora. Mi preme sottolineare come uno degli ostacoli alla realizzazione del progetto sia stata quella di dover coniugare esigenze diverse tra i vari attori all'interno dell'azienda, provenienti da aree funzionali diametralmente opposte. Infine un aspetto che anche in futuro andrà migliorato è sicuramente l'approccio con cui le previsioni vengono considerate tra le varie persone. Infatti è per me cruciale far capire che ogni previsione ha al suo interno un errore inevitabile davanti al quale ognuno di noi è incolpevole, ma che questo fatto non va a discapito della credibilità di questa poiché è comunque necessaria ed importantissima per il dimensionamento e/o per avere un'idea più che plausibile del futuro.

BIBLIOGRAFIA

Pareschi, Arrigo, *Impianti Industriali* , Progetto Leonardo, Bologna 2000

Kotler, *Marketing management* , ISEDI

Markland, Sweigart, *Quantitative methods: applications to managerial decision making*, Wiley International Edition, 1984

G. Basile, A. Bottan, F. Dallari, M. Di Mattia, *L'organizzazione del processo previsionale nelle aziende italiane*, Logistica, Ed. Tecniche Nuove, Gennaio 2005

N. A. Mcon, J. T. Menzer, C. D. Smith, *Conducting a sales forecasting audit*, International Journal of Forecasting, 2003

T. Di Fonzo, F. Lisi, *Serie storiche economiche*, Roma, Carocci editore, 2005.

D. Piccolo, *Introduzione all'analisi delle serie storiche*, Roma, NIS, 1990.

SITOGRAFIA

www.liuc.it/ricerca/clog/previsioni_logman_gen05.pdf

www.liophant.org/projects/worldis4me/unipg.pdf

cdm.unimo.it/home/.../DL_02_Previsione%20della%20domanda.pdf

www.diem.ing.unibo.it/.../05%20Previsione%20domanda%20-%20caso%20aziendale

www.liophant.org/projects/worldis4me/unipg.pdf

www.liuc.it/ricerca/clog/previsioni_logistica_gen05.pdf

infologis.altervista.org/.../metodi-quantitativi-per-la-previsione-della-domanda/

RINGRAZIAMENTI

Con queste ultime pagine termina la mia tesi e con essa il lungo percorso di studi iniziato quel lontano settembre 2005.

In primo luogo mi sento di ringraziare di cuore la mia relatrice, la professoressa **Cristina Mora**, che mi ha seguito e supportato nella stesura di questo elaborato con professionalità e dedizione.

Un ringraziamento va sicuramente ai miei colleghi, soprattutto **Andrea** e **Daniela**, nonché al mio Direttore **Roberto**, che mi hanno accolto, muniti di pazienza e dedizione, e che mi hanno insegnato ogni piccolo particolare del lavoro nonchè seguito nella stesura di questo elaborato.

Come non posso dedicare alcune righe ai miei fantastici amici, di casa e di università (**Francesco V., Diego, Andrea, Alberto, Luca, Fabio, Francesco S., Matteo, Cristian, Marco, Checco, Alessandro A., Lorenzo, Giuseppe, Andrea T., Andrea G., Filippo, Enrico, Ugo, Eleonora, Emanuele, Licya, Valentina, Filippo M., Alessandra S., Alessandro P., Krizia, Gaetano, Mattias, Giacomo, Francesca, Alen, Linda, Marco, Alessandro C., Lorenzo R., Francesca R., Laura C., Chiara B.**, e spero di aver inserito tutti) che mi hanno tenuto alto il morale nei momenti di sconforto e che mi hanno regalato giorni fantastici in questi lunghi e faticosi ma indimenticabili 5 anni.

Un ringraziamento particolare va alla mia **famiglia** che mi ha permesso di affrontare questo percorso e che mi ha sostenuto economicamente ma soprattutto moralmente e che ha condiviso con me ogni gioia/dispiacere di questi fantastici anni.

Mi sento di citare in particolare mio fratello **Omar**, che con la sua simpatia e spensieratezza, ma anche sensibilità e carisma, mi ha aiutato a vedere sotto

un'altra luce le situazioni più difficili che ho dovuto affrontare in questo percorso.

Infine ringrazio te, **Elisabetta**, mia metà, che mi hai accompagnato in questo percorso senza fine con la tua carica, la tua energia nonché la tua ambizione che mi hanno permesso di spingermi oltre i miei limiti. Grazie per la tua dolcezza e sensibilità nei momenti in cui non dico tutto, ma quasi, sembrava scuro...Grazie di esistere...Grazie per avermi scelto...Grazie di tutto...Ti adoro...